



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2009127502/05**, **14.12.2007**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.12.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
19.12.2006 DE 102006060507.1
20.12.2006 US 60/870,945(43) Дата публикации заявки: **27.01.2011** Бюл. № 3(45) Опубликовано: **20.07.2012** Бюл. № 20(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2234975 C2**, **27.08.2004**. **RU 30289 U1**,
27.06.2003. **US 2417393 A**, **11.03.1947**. **US**
5462719 A, **31.10.1995**. **US 5885442 A**,
23.03.1999. **US 2350644 A**, **06.06.1944**.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: **20.07.2009**(86) Заявка РСТ:
EP 2007/063951 (14.12.2007)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/074737 (26.06.2008)

Адрес для переписки:

**105064, Москва, а/я 88, "Патентные
поверенные Квашнин, Сапельников и
партнеры"**

(72) Автор(ы):

**ОЛЬБЕРТ Герхард (DE),
КОРР Франц (DE),
КРОНЕ Свен (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

БАСФ СЕ (DE)**(54) РЕАКТОР ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕАКЦИИ МЕЖДУ ДВУМЯ ТЕКУЧИМИ ИСХОДНЫМИ
ВЕЩЕСТВАМИ В КАТАЛИЗАТОРНОМ СЛОЕ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ СМЕШИВАНИЕМ
ТЕКУЧИХ ИСХОДНЫХ ВЕЩЕСТВ В УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к реактору для проведения реакции между двумя текучими исходными веществами в катализаторном слое с предварительным смешиванием текучих исходных веществ и может использоваться в химической промышленности. Перед подводом в катализаторный слой текучие исходные вещества смешивают в устройстве для смешивания, которое образовано из элементов,

расположенных поперек направления набегания первого текучего потока исходного вещества. Элементы включают два или три расположенных друг за другом ряда труб с генераторами турбулентности на их наружной стороне, которые сужают поперечное сечение прохода для первого текучего потока. Через внутренние пространства труб направляется второй текучий поток исходного материала и через отверстия в трубах вдувается в первый

текущий поток исходного вещества. Перед трубами и за ними установлены перфорированные металлические листы. Технический результат состоит в улучшении

смешивания веществ перед катализаторным слоем при малой длине устройства и сохранении короткого времени обработки. 4 н. и 21 з.п. ф-лы, 15 ил.

RU 2 4 5 6 0 6 7 C 2

RU 2 4 5 6 0 6 7 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2009127502/05, 14.12.2007**(24) Effective date for property rights:
14.12.2007

Priority:

(30) Convention priority:
19.12.2006 DE 102006060507.1
20.12.2006 US 60/870,945(43) Application published: **27.01.2011 Bull. 3**(45) Date of publication: **20.07.2012 Bull. 20**(85) Commencement of national phase: **20.07.2009**(86) PCT application:
EP 2007/063951 (14.12.2007)(87) PCT publication:
WO 2008/074737 (26.06.2008)

Mail address:

**105064, Moskva, a/ja 88, "Patentnye poverennye
Kvashnin, Sapel'nikov i partnery"**

(72) Inventor(s):

**OL'BERT Gerkhard (DE),
KORR Frants (DE),
KRONE Sven (DE)**

(73) Proprietor(s):

BASF SE (DE)**(54) REACTOR FOR TWO INITIAL FLUIDS TO REACT IN CATALYST LAYER WITH PREMIXING SAID INITIAL FLUIDS**

(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to reactor for two initial fluids to react in catalyst layer with premixing said initial fluids and may be used in chemical industry. Prior to feeding into catalyst layer, initial fluids are mixed in mixer made up of elements arranged across direction of incoming of the first initial fluid flow. Said elements comprise two

or three lines of tubes arranged one behind the other and provided with turbulence generators on their outer side to contract first fluid flow passage cross-section. Second flow of initial fluid flow is directed through inside of tubes and forced via tube openings into first fluid flow. Perforated metal sheets are arranged ahead of and behind the tubes.

EFFECT: better mixing.

25 cl, 15 dwg

Описание

Изобретение относится к реактору для проведения реакции между двумя исходными текучими веществами в катализаторном слое с предварительным смешиванием текучих исходных веществ в устройстве для смешивания, устройству для
5 смешивания для реактора, а также к применению.

В химическом производстве существует ряд способов, согласно которым два текучих исходных вещества предварительно смешиваются и затем преобразовываются в катализаторном слое. При этом для равномерного течения реакции требуется по
10 возможности однородное предварительное смешивание зачастую при очень коротком допустимом времени обработки, часто менее 150 мс или менее 50 мс, прежде чем реакционная смесь вступит в контакт с катализатором и он примет на себя контроль над ходом реакции.

Чтобы решить эту претенциозную задачу, требуются устройства для смешивания, которые за очень короткое время достигают по возможности высокой степени
15 смешивания материала, что означает устройства для смешивания с по возможности с низкой конструктивной высотой L/D , где L - длина устройства для смешивания в направлении потока основной текучей среды и D - поверхность набегания катализаторного слоя перпендикулярно к направлению потока основной текучей
20 среды.

Известные устройства смешивания для осевых реакторов, т.е. таких, в которых поток направляется в направлении их продольной оси, в благоприятном случае конструктивная высота L/D которых достигает четырех. Подобное устройство, к
25 примеру, известно из заявки на патент Германии DE-A 102004024957, согласно которой реакционный газ по оси вдувается в реактор с осевым потоком, в котором расположен катализаторный слой, т.е. в продольном направлении реактора, через пучок труб, пропускающих газ, которые закреплены на обоих концах трубной
30 решетки и которые снабжены входными отверстиями для кислорода, который подается в промежуточное пространство вокруг труб, транспортирующих газ.

В противоположность этому задачей изобретения являлось создание реактора и устройства для смешивания, согласно которому на этапе предварительного смешивания двух текучих исходных веществ перед подводом их в катализаторный
35 слой обеспечивается почти 100% смешивание материала при очень сильно уменьшенной длине устройства для смешивания в направлении потока основной текучей среды при сохранении при этом очень короткого времени обработки.

Задача решается с помощью реактора для проведения реакции между двумя
40 текучими исходными веществами в катализаторном слое с предварительным смешиванием текучих исходных веществ перед подводом к катализаторному слою в течение выдержки времени менее 150 мс в устройстве для смешивания, который отличается тем, что устройство для смешивания образовано из следующих элементов, которые в основном расположены поперек направлению подачи первого текучего
45 потока исходного вещества:

- двух или трех расположенных друг за другом рядов труб с генераторами турбулентности на их наружной стороне, которые сужают поперечное сечение
50 прохода для первого текучего потока исходного вещества на от $1/2$ до $1/10$, причем второй текучий поток исходного вещества направляется по внутренним полостям труб и через отверстия в трубах вдувается в первый текучий поток исходного вещества, и

- установленного перед трубами перфорированного металлического листа и

- установленного позади труб перфорированного металлического листа.

В предпочтительной форме осуществления было установлено, что с помощью применения ребристых труб, имеющих на рынке, известных из теплообменников, при их незначительной модификации за счет того, что предусмотрены отверстия в витках ребер между ребрами, промежуточные пространства витков ребер между ребрами можно использовать в качестве почти идеальных смесительных камер с высокой турбулентностью, тем временем первый текущий поток исходного вещества вдувается в основном поперек к ребристым трубам и второй текущий поток исходного вещества вдувается через внутренние пространства ребристых труб и отверстия в витках ребер в первый текущий поток исходного вещества.

В качестве текущей среды известным образом обозначаются все жидкости, пары и газы, которые подчиняются аэрогидродинамическим законам не сплошных сред. В случае текущих исходных веществ в данном случае речь идет, в частности, о газообразных или жидких исходных веществах, предпочтительно о газообразных исходных веществах. Текущие исходные вещества могут содержать соответственно одно или несколько веществ.

Часто объемные потоки двух текущих исходных веществ сильно отличаются, что соответственно затрудняет задачу смешивания: количественный поток второго текущего исходного вещества может, в частности составлять между 1 и 30% количественного потока первого текущего исходного вещества, или даже от 5 до 20%.

Катализаторный слой образован из твердых частиц катализатора, т.е. речь в данном случае идет о неоднородном относительно текущих исходных веществ катализаторе. Твердые частицы катализатора могут предпочтительно образовывать неподвижный катализаторный слой или в другой предпочтительной форме осуществления подвижный катализаторный слой.

Катализаторный слой, называемый также катализаторной засыпкой, может быть уложен в цилиндрических вертикально стоящих реакторах в горизонтальном или также в вертикальном положении. При этом речь может идти о нескольких катализаторных слоях. Катализатор, который, как правило, состоит из сыпучих формованных изделий, может укладываться в фиксирующих устройствах, например катализаторных коробах. Далее предпочтительно фиксирующие устройства могут быть образованы опорными решетками, ситовыми тканями, ситовыми грохотами и т.д.

Реакционная газовая смесь протекает через катализаторный слой со стороны поверхности набегающего и покидает катализаторный слой через поверхность оттока.

Согласно изобретению перед поверхностью набегающего катализаторного слоя предусмотрено устройство для смешивания подлежащих преобразованию текущих исходных веществ, которое включает следующие элементы:

- два или три расположенных друг за другом ряда труб с генераторами турбулентности на их наружной стороне, а также
- установленный перед трубами и
- установленный позади труб металлический перфорированный лист.

В устройстве для смешивания предварительно смешиваются текущие исходные вещества. Под предварительным смешиванием понимается в данном случае смешивание перед поступлением в катализаторный слой.

Расположенные на наружной стороне труб генераторы турбулентности могут быть устройствами самой различной геометрии, причем существенно, что они повышают турбулентность в обтекающих трубы текущих средах. Предпочтительно речь может

идти об элементах, как они известны для статических смесителей или в качестве набивочных элементов дистилляционных колонн или также, например, о перекрещивающихся полосах из листового металла.

Трубы с генераторами турбулентности на их наружной стороне представлены предпочтительно ребристыми трубами. Ребристые трубы известны в химическом производстве и применяются, в частности, в качестве труб в теплообменниках. Ребристые трубы и их изготовление описано, например, в немецких заявках на патент DE-A 1950246 или DE-A 2131085.

Ребристая труба образована из трубы, как правило, металлической, с цилиндрическим периметром, с закрепленными вдоль продольной кромкой, как правило, с помощью сварки продольными полосами, ребрами. Ребра часто закреплены на наружном периметре трубы в виде спирали или винтовой линии, но могут быть закреплены также в продольном направлении. Они нормальным образом имеют гладкую проходящую поверхность, но могут иметь также перфорацию. Они могут быть сплошными, но также, что предпочтительно, надрезаны до основания ребер с образованием сегментов. Имеющие надрезы ребра особенно пригодны для повышения турбулентности. При этом сегменты могут иметь различную геометрию, например, в форме прямоугольников, трапеций и т.д. Надрезы между сегментами могут быть выполнены с изъятием материала или без него. Особенно предпочтительно сегменты могут быть повернуты под углом в отношении основания ребер или выполнены с разводом наподобие зубьев пилы, чтобы через угол установки повысить турбулентность, в частности в областях между ребер, витками ребер, и соответственно улучшить эффект перемешивания.

Плотное расположение ребер по длине трубы предпочтительно, в частности, может быть предусмотрено от 100 до 300 витков ребер на метр длины трубы.

Предпочтительно применяются трубы с наружным диаметром в диапазоне от 25 до 150 мм, в частности от 20 до 50 мм.

Высота ребер в отношении к наружному диаметру труб лежит предпочтительно в диапазоне от 1/10 до 1/2.

Толщина ребер может предпочтительно составлять от 0,3 до 1,5 мм.

Надрезанные ребра могут образовывать сегменты шириной между 3 и 12 мм, предпочтительно между 4 и 8 мм.

Трубы могут иметь любое поперечное сечение, например круглое, овальное или полигональное, к примеру, треугольное.

Ребристые трубы расположены в рядах параллельно друг другу, причем ряд ребристых труб может лежать в одной плоскости, но может быть расположен также вдоль радиуса круга.

Расположение ребристых труб зависит, в частности, от предполагаемого ведения потока в реакторе:

При аппаратах с осевым потоком, с подачей реакционной смеси в направлении продольной оси зачастую цилиндрического реактора катализаторный слой или катализаторные слои расположены горизонтально, вдоль поперечного сечения катализатора. Соответственно ряды ребристых труб, образующие часть устройства для смешивания, должны быть расположены в основном параллельно катализаторным слоям в плоскости поперечного сечения реактора.

В реакторах с радиальным потоком с радиальным направлением потока реакционной газовой смеси один или несколько катализаторных слоев в форме полого цилиндра с толщиной стенки, соответствующей толщине слоя, расположены в

подходящих установочных устройствах, например коробах. На стороне набегания катализаторного слоя, которая может быть внутри и снаружи, ребристые трубы расположены вдоль концентричного к катализаторному слою кругового кольца.

Оказалось, что для предложенной согласно изобретению подачи смеси подходит
5 два или три ряда ребристых труб.

В предпочтительной форме осуществления состав второго потока текучего исходного вещества может отличаться в отдельных рядах ребристых труб. В частности, в первый ряд ребристых труб может направляться второй текучий поток
10 исходного вещества с определенным составом и во второй ряд ребристых труб может направляться второй текучий поток вещества с отличающимся от первого составом.

При этом предпочтительно расположение второго ряда ребристых труб в выемках по отношению к первому ряду, для случая с тремя рядами ребристых труб
15 расположение третьего ряда в выемках второго ряда ребристых труб. Через второй и при необходимости также третий ряд ребристых труб может пропускаться преимущественно теплоноситель. Возможно также образование второго и при необходимости третьего ряда ребристых труб из цельного материала любого поперечного сечения. Внутри одного ряда ребристых труб должны применяться
20 ребристые трубы одной геометрии, однако внутри рядов ребристых труб она может варьироваться.

Ребристые трубы имеют на внешнем периметре образующих их труб, в витках ребер между ребрами в каждом витке соответственно два диаметрально
25 противоположных отверстия, в местах с наименьшим расстоянием к соответственно смежной ребристой трубе в ряду ребристых труб. Через эти отверстия второе текучее исходное вещество вдувается в витки ребер между ребрами в первое текучее исходное вещество. Таким образом в витках ребер в распоряжении представляется большое количество точно установленных смесительных камер с высокой турбулентностью, в
30 частности, при нарезанных в виде сегментов ребрах, причем этот эффект еще может повышаться благодаря установке сегментов ребер со скрещением. Благодаря этому достигается отличное качество смешивания в микрообласти.

Во внутреннем пространстве ребристых труб предпочтительно может быть предусмотрена концентричная вставная труба с расположенными на
35 соответствующих расстояниях на наружном периметре отверстиями для выхода потока, чтобы обеспечить предварительное распределение второго текучего потока исходного вещества по длине трубы и таким образом также значительное выравнивание температуры.

Предпочтительно второй текучий поток исходного вещества в ребристые трубы
40 равномерно подается по кольцевому трубопроводу в качестве главного распределителя, и особенно предпочтительно по двум кольцевым трубопроводам на каждом их конце.

Далее предпочтительно вышеупомянутые кольцевые трубопроводы со своей
45 стороны могут запитываться через соответственно другой дополнительный кольцевой трубопровод, предпочтительно с большим диаметром и при расположении вне названных выше кольцевых трубопроводов.

Впереди рядов ребристых труб, равным образом поперек направления набегания
50 первого текучего потока исходного вещества, и таким образом параллельно плоскости, образованной рядами ребристых труб, в частности для случая реактора с осевым потоком, или на круговом кольце, концентричным с рядами ребристых труб, в частности для случая реактора с радиальным потоком, установлен перфорированный

металлический лист.

Установленный впереди перфорированный металлический лист имеет отверстия, общая поверхность которых, предпочтительно отнесенная к поверхности поперечного сечения подвода первого текучего потока исходного вещества, меньше или равна 0,5, в частности меньше или равна 0,3.

Установленный впереди перфорированный металлический лист расположен на расстоянии от поверхности набегания первого ряда ребристых труб, кратном (от семи до двадцати) диаметру отверстий в установленном впереди перфорированном металлическом листе.

Диаметр отверстий в установленном впереди перфорированном металлическом листе предпочтительно меньше половины расстояния в свету ребер между двумя следующими один за другим витками.

В частности, в реакторах с осевым потоком можно отказаться от установленного впереди перфорированного металлического листа, если установлено, что газовый поток в значительной мере равномерно распределен по поперечному сечению реактора.

Устройство для смешивания в направлении оттока имеет второй, установленный позади перфорированный металлический лист с отверстиями, диаметр которых больше или равен диаметру установленного впереди перфорированного металлического листа.

Под перфорированными металлическими листами понимаются ровные конструктивные элементы с отверстиями любого поперечного сечения.

Отношение толщины листа обоих перфорированных металлических листов, установленного впереди и установленного позади перфорированного металлического листа, к диаметру отверстий в перфорированных металлических листов лежит предпочтительно в диапазоне от 0,75 до 2,0.

Установленный позади перфорированный металлический лист расположен предпочтительно на расстоянии от плоскости оттока последнего ряда ребристых труб, кратном от 0,75 до двух диаметру ребристых труб последнего ряда ребристых труб.

Установленный позади перфорированный металлический лист расположен на расстоянии до входа в катализаторный слой, кратном от 5 до 20 диаметру отверстий в листе.

Материалом для ребристых труб и перфорированных металлических листов является предпочтительно нержавеющая сталь, материалы, которые при повышенной температуре обладают стойкостью к окислению и при необходимости к насыщению углеродом, особенно предпочтительны.

Устройство для смешивания расположено в основном поперек к направлению первого текучего потока исходного вещества. Под этим понимается, что первый текучий поток исходного вещества подводится в нормальном направлении к основной поверхности устройства для смешивания, которая может быть ровной как в реакторах с осевым потоком или также изогнутой как в реакторах с радиальным потоком. Под в основном поперек, однако, должны пониматься также отклонения от нормального направления между $\pm 5^\circ$ или $\pm 10^\circ$, или даже $\pm 30^\circ$.

Устройство для смешивания с конструктивной глубиной, т.е. с расстоянием между установленным впереди и установленным позади перфорированными металлическими листами в диапазоне от 100 до 200 мм, может обеспечивать отличный, почти 100% смешиваемые материалы, при падении давления в первом текучем потоке исходного вещества, зачастую реакционной газе, порядка 20 мбар и падении давления во втором

текущем потоке исходного вещества, зачастую потоке, содержащем кислород, который уже из соображений безопасности должен находиться под определенным избыточным давлением, в диапазоне от около 50 до 100 мбар.

Достигается экстремально высокое количество мест вдувания второго текучего потока исходного вещества в первый текучий поток исходного вещества порядка 10000 мест вдувания на м².

Предметом изобретения является также устройство смешивания для описанного выше реактора, которое образовано из описанных выше элементов: двух или трех рядов труб с генераторами турбулентности, в частности ребристых труб, установленных впереди и установленных позади перфорированных металлических листов.

Описанный выше реактор и устройство для смешивания годятся, в частности, для осуществления превращений первой газообразной реакционной смеси с содержащим кислород газовым потоком, например воздухом, в частности для осуществления окислительной гидрогенизации углеводородов, в частности пропана или бутана, для частичного окисления природного газа с воздухом, для обессеривания, для каталитического крекинга или в целом для преобразований, известных как химическая конверсия.

Предметом изобретения является также статический смеситель для двух или нескольких текучих сред, который образован из элементов описанного выше устройства для смешивания, которые расположены в основном поперек направлению набегающей первой текучей среды:

- двух или трех расположенных друг за другом рядов труб с генераторами турбулентности на их наружной стороне, которые сужают проход поперечного сечения для первой текучей среды на от 1/2 до 1/10, причем через внутренние пространства труб направляются вторая или другие текучие среды и вдуваются через отверстия в трубах в первый текучий поток исходного вещества, а также
- установленного впереди труб перфорированного металлического листа и
- установленного позади труб перфорированного металлического листа.

Смеситель не ограничен видом подлежащих смешиванию текучих сред. В случае текучих сред речь может идти, в частности, о газах или жидкостях, предпочтительно о газах. Подлежащие смешиванию текучие среды могут включать соответственно одно или несколько веществ. Они не должны химически реагировать друг с другом.

Смеситель может иметь все формы осуществления, которые выше описаны для устройства для смешивания.

В частности, смеситель имеет модульную конструкцию, т.е. количество труб в двух или трех расположенных друг за другом рядах может в зависимости от потребности расширяться практически по-любому, так что поверхности набегающей, имеющиеся в распоряжении, могут составлять от нескольких квадратных сантиметров до любого размера, например несколько сот квадратных метров.

Статический смеситель экономичен в плане затрат и энергии, может изготавливаться из имеющихся на рынке элементов. Он имеет незначительную конструктивную высоту для высокооднородного (смешиваемые материалы >99,9%) смешивания при ультракоротком времени смешивания <50 мс двух или нескольких текучих сред.

Ниже изобретение более подробно описывается с помощью чертежа, а также примера осуществления.

На чертеже, в частности, показывают:

Фигура 1А Имеющий форму сегмента круга вырез предложенного в соответствии с изобретением реактора с радиальным потоком с направлением потока первого

текучего потока исходного вещества изнутри наружу,

Фигура 1В Аналогичное фигуре 1А изображение, однако, с направлением потока

первого текущего потока исходного вещества снаружи внутрь,

Фигура 2А Детальное изображение ребристой трубы с изображением отдельного

ребра и рабочих этапов для его образования на фигуре 2В, а также изображение

поперечного сечения ребристой трубы на фигуре 2С,

Фигура 3 Перспективное изображение ребристой трубы,

Фигура 4А Изображение продольного разреза по предпочтительной форме

осуществления ребристой трубы с изображением поперечного сечения на фигуре 4В,

Фигура 5А Предпочтительная форма осуществления предложенного в соответствии

с изобретением реактора с радиальным потоком с направлением потока изнутри

наружу и изображение поперечного сечения на фигуре 5В,

Фигура 5С Другая форма осуществления предложенного в соответствии с

изобретением реактора с радиальным потоком с направлением потока снаружи

внутри,

Фигура 6 Другая предпочтительная форма осуществления предложенного в

соответствии с изобретением реактора с радиальным потоком,

Фигура 7А Предпочтительная форма осуществления предложенного в соответствии

с изобретением реактора с осевым потоком, с изображением фрагмента устройства

для смешивания на фигуре 7В и

Фигура 8 Изображение продольного разреза опытного модуля для определения

качества смеси.

На фигурах одинаковые или соответствующие признаки имеют соответственно

одинаковые позиции обозначения.

На фигуре 1А показан круговой сегмент поперечного сечения первой формы

осуществления предложенного в соответствии с изобретением реактора 1 с

радиальным потоком с подводом первого текущего потока 2 через внутреннее

пространство реактора и оттоком его к внешней оболочке реактора. Первый текущий

поток 2 исходного вещества поступает перпендикулярно в устройство 5 для

смешивания, включающее два ряда ребристых труб 12, которые расположены в

выемках и впереди которых установлен в направлении потока первый

перфорированный металлический лист 10 и позади которых установлен второй

перфорированный металлический лист 11. Оба ряда ребристых труб 12, а также

установленный впереди перфорированный металлический лист 10 и установленный

позади перфорированный металлический лист 11 расположены соответственно на

концентричных круговых кольцах.

Предварительно смешанная в устройстве 5 для смешивания реакционная смесь

проходит затем катализаторный слой 4.

На фигуре 1В изображен круговой сегмент поперечного сечения другого

предложенного в соответствии с изобретением реактора с радиальным потоком,

однако, в отличие от изображения на фигуре 1А с направлением потока 2 первого

текучего исходного вещества снаружи внутрь. Соответственно устройство 5 для

смешивания, включающее два ряда ребристых труб 12 и установленный впереди

перфорированный металлический лист 10 и установленный позади перфорированный

металлический лист 11, расположено выше по течению катализаторного слоя 4 вдоль

круговых колец с большим радиусом по отношению к катализаторному слою 4.

На фигурах 2А-2С приведены детальные изображения ребристых труб 12 с расположенными диаметрально противоположными отверстиями 7 в витках 8 между ребрами 9 ребристых труб 12. На фигуре 2В показано ребро 9, которое до основания 14 ребра разделено с помощью надрезов на сегменты 13 и фигура 2С

показывает поперечное сечение ребристой трубы 12 с трубой 6, витками ребер 8 и сегментами 13.

На фигуре 3 показано перспективное изображение ребристой трубы 12 с трубой 6 и прикрепленным в виде спирали ребром 9, которое разделено на сегменты 13 за исключением сплошного основания 14 ребра.

На фигуре 4А показано изображение продольного разреза ребристой трубы 12 с трубой 6 и ребрами 9, с отверстиями 7 в витках ребер 8 между ребрами 9 ребристой трубы 12. Внутри трубы предусмотрена концентрично центральная вставная труба 17 с отверстиями 18, которые видны в изображении поперечного сечения в плоскости В-В на фигуре 4В и через которые в продольном направлении ребристой трубы 12 распределяется второй текущий поток 3 исходного вещества. На фигуре 4А изображен конец ребристой трубы 12 с кольцевым распределителем 19 для второго текущего потока 3 исходного вещества на ребристой трубе 12.

На фигуре 5А показан продольный разрез реактора с радиальным потоком с подводом первого текущего потока 2 исходного вещества через центральное внутреннее пространство реактора и отвод к внешней оболочке реактора 1.

На фигуре 5В показано дополнительно к поперечному сечению кольцевого расположения катализаторного слоя 4 и устройства 5 для смешивания центральное поперечное сечение 20, через которое течет первый текущий поток 2 исходного вещества.

Изображенный на фигуре 5С в продольном разрезе реактор устроен аналогично реактору на фигуре 5А, однако, с подводом первого текущего потока 2 исходного вещества снаружи внутрь и соответственно с расположением устройства 5 для смешивания снаружи катализаторного слоя 4.

На фигуре 6 показана другая предпочтительная форма осуществления предложенного в соответствии с изобретением реактора 1 с направлением второго текущего потока 3 исходного вещества снаружи внутрь с телами 21 вытеснения в центральном внутреннем пространстве и на оболочке реактора, которые предпочтительно, как изображено на фигуре, могут быть параболическими.

На фигуре 7А показан продольный разрез реактора с осевым потоком с расположенными в плоскостях катализаторными слоями 4 и устройствами 5 для смешивания с изображением продольного разреза на фигуре 7А и фрагмента продольного разреза на фигуре 7В в плоскости перпендикулярной плоскости, изображенной на фигуре 7А. Фрагмент на фигуре 7В показывает два ряда ребристых труб 12 с отверстиями 7 для выхода второго текущего потока 3 исходного вещества из внутреннего пространства ребристых труб 12 с дополнительным предварительным распределением второго текущего потока 3 исходного вещества через центральную вставную трубу 17 с отверстиями 18, а также установленный впереди перфорированный металлический лист 10 и установленный позади перфорированный металлический лист 11.

На фигуре 8 показано изображение продольного разреза опытного модуля для определения смешиваемого материала с двумя рядами ребристых труб 6, с центральными вставными трубами 17 с отверстиями 18, установленным впереди перфорированным металлическим листом 10 и установленным позади

перфорированным металлическим листом 11, а также со сменяемой катализаторной засыпкой 4 и вытягиваемым измерительным стержнем 22 для измерения концентрации.

Пример осуществления

С изображенным на фигуре 8 опытным модулем определялся смешиваемый материал из лабораторных газов, а именно первого основного газового потока, состоящего из азота, и второго газового потока, состоящего из азота и 10% по объему диоксида углерода, с уменьшенным в 10 раз объемным потоком по сравнению с основным потоком. Устройство для смешивания включало два ряда ребристых труб 12, которые были расположены в выемках, из соответственно трех труб 6 с наружным диаметром 31,7 мм и закрепленного в виде спирали вокруг трубы ребра 9 с 17 витками, которое было надрезано на сегменты шириной 4 мм и высотой 6,4 мм. На расстоянии 15 мм от плоскости набегания первого ряда ребристых труб 12 расположен впереди перфорированный металлический лист 10 с соотношением отверстий 5% и на расстоянии, также равном 15 мм от плоскости оттока второго ряда ребристых труб, установлен позади перфорированный металлический лист, с соотношением отверстий также 5%.

Концентрация диоксида углерода в потоке азота определялась путем инфракрасной абсорбции с помощью прибора UNOR 6N фирмы Maihak, Гамбург. Чтобы исключить тарировочные погрешности, к концу измерительного стержня присоединялся шланг длиной 20 м, и недалеко от конца шланга газ направлялся в прибор для справочных измерений. Справочные измерения давали точно 1% по объему диоксида углерода.

Для определения смешиваемых материалов в предложенном в соответствии с изобретением устройстве для смешивания с ребристыми трубами, установленном впереди, и установленными позади перфорированными металлическими листами с помощью измерительного стержня 22 непрерывно со смещением через аппарат на расстоянии соответственно 2 мм отбирались пробы и определялась концентрация в них диоксида углерода путем инфракрасной абсорбции с помощью приведенного выше прибора. Были получены измеренные величины между 0,99% и 1,01% по объему диоксида углерода, что означает отклонения максимум $\pm 1\%$ от величины справочного измерения, и таким образом отличные смешиваемые материалы по всему поперечному сечению аппарата.

Перечень позиций

- 1 Реактор
- 2 Первое текучее исходное вещество
- 3 Второе текучее исходное вещество
- 4 Катализаторный слой
- 5 Устройство для смешивания
- 6 Трубы
- 7 Отверстия в трубах 6
- 8 Витки ребер
- 9 Ребра
- 10 Установленный впереди перфорированный металлический лист
- 11 Установленный позади перфорированный металлический лист
- 12 Ребристая труба
- 13 Сегменты
- 14 Основание ребра
- 15 Отверстия в 10
- 16 Отверстия в 11

17 Центральная вставная труба

18 Отверстия в центральной вставной трубе 17

19 Кольцевой распределитель

20 Поперечное сечение, через которое проходит первый текущий поток исходного
5 вещества

21 Вытесняющее тело

22 Измерительный стержень.

10 Формула изобретения

1. Реактор для проведения реакции между двумя текучими исходными
веществами (2, 3) в катализаторном слое (4) с предварительным смешиванием текучих
исходных веществ (2, 3) перед подводом к катализаторному слою в течение времени
задержки менее 150 мс в устройстве (5) для смешивания, отличающийся тем, что
15 устройство (5) для смешивания образовано следующими элементами, которые
расположены в основном поперек направления набегания первого текущего потока (2)
исходного вещества:

- двумя или тремя расположенными друг за другом рядами труб (6) с генераторами
20 турбулентности на их наружной стороне, которые сужают поперечное сечение
прохода для первого текущего потока (2) исходного вещества до от 1/2 до 1/10, причем
через внутренние пространства труб (6) направляется второй текущий поток (3)
исходного вещества и через отверстия (7) в трубах (6) вдувается в первый текущий
поток (2) исходного вещества, а также

- установленным впереди труб (6) перфорированным металлическим листом (10),

- установленным позади труб (6) перфорированным металлическим листом (11).

2. Реактор по п.1, отличающийся тем, что трубы (6) с генераторами турбулентности
на их наружной стороне являются ребристыми трубами (12), причем генераторы
30 турбулентности образованы из ребер (9), и отверстия (7) в трубах (6) открываются в
витки (8) ребер между ребрами (9).

3. Реактор по п.2, отличающийся тем, что ребристые трубы (12) сужают свободное
поперечное сечение прохода для первого текущего потока (2) исходного вещества до
от 1/3 до 1/6.

4. Реактор по п.2, отличающийся тем, что ребристые трубы (12) образованы из
труб (6) с цилиндрическим периметром с приваренными в виде спирали на нем вдоль
продольной кромкой полосы, состоящими из продолговатых полос ребрами (9),
которые надрезаны за исключением основания (14) ребер с образованием
40 сегментов (13).

5. Реактор по п.4, отличающийся тем, что сегменты (13) к тому же повернуты под
углом по отношению к основанию (14) ребер.

6. Реактор по п.2, отличающийся тем, что ребристые трубы (12) имеют от 100 до 300
витков ребер (9) на метр длины трубы (6).

7. Реактор по п.2, отличающийся тем, что ребристые трубы (12) имеют наружный
45 диаметр в диапазоне от 25 до 150 мм, предпочтительно в диапазоне от 20 до 50 мм.

8. Реактор по п.2, отличающийся тем, что соотношение высоты ребер (9) к
наружному диаметру трубы (12) составляет от 1/10 до 1/2.

9. Реактор по п.2, отличающийся тем, что ребра (9) имеют толщину в диапазоне
50 от 0,3 до 1,5 мм и сегменты (13) имеют ширину в диапазоне от 3 до 12 мм,
предпочтительно в диапазоне от 4 до 8 мм.

10. Реактор по п.2, отличающийся тем, что он имеет два ряда ребристых труб (12),

причем второй ряд ребристых труб (12) расположен в выемках первого ряда ребристых труб (12).

11. Реактор по п.2, отличающийся тем, что он имеет три ряда ребристых труб (12), причем третий ряд ребристых труб (12) расположен в выемках второго ряда ребристых труб (12).

12. Реактор по п.10, отличающийся тем, что по второму ряду ребристых труб пропускается теплоноситель или второй ряд ребристых труб образован из цельного материала любого поперечного сечения.

13. Реактор по п.11, отличающийся тем, что по третьему ряду ребристых труб (12) пропускается теплоноситель или третий ряд ребристых труб образован из цельного материала любого поперечного сечения.

14. Реактор по п.2, отличающийся тем, что он соответственно имеет два отверстия (7) в каждом витке (8) ребер между ребрами (9) ребристых труб (12) на диаметрально противоположных местах витков (8) ребер с самым малым расстоянием до соответственно смежной ребристой трубы (12) в ряду ребристых труб.

15. Реактор по п.2, отличающийся тем, что установленный впереди перфорированный металлический лист (10) расположен на расстоянии от плоскости набегания первого ряда ребристых труб (12) первого текучего исходного вещества (2), соответственно от 7 до 20 кратном диаметру отверстий (15) в установленном впереди перфорированном металлическом листе (10).

16. Реактор по п.2, отличающийся тем, что диаметр отверстий (15) в установленном впереди перфорированном металлическом листе (10) меньше половины расстояния в свету ребер (9) между двумя следующими один за другим витками.

17. Реактор по п.1, отличающийся тем, что соотношение отверстий в установленном впереди перфорированном металлическом листе (10) определено как сумма свободных поверхностей отверстий (15) в перфорированном металлическом листе, отнесенная к общей поверхности поперечного сечения перпендикулярно к направлению подвода первого текучего потока (2) исходного материала к устройству (5) для смешивания, $\leq 0,5$, предпочтительно $\leq 0,3$.

18. Реактор по п.1, отличающийся тем, что толщина перфорированного металлического листа по отношению к диаметру отверстий (15, 16) в перфорированном металлическом листе (10, 11) составляет от 0,75 до 2,0.

19. Реактор по п.2, отличающийся тем, что установленный позади перфорированный металлический лист (11) расположен на расстоянии от плоскости оттока ребристых труб (12), от 0,5 до 2 кратном диаметру ребристых труб (12) последнего ряда ребристых труб (12).

20. Реактор по п.1, отличающийся тем, что диаметр отверстий (16) в установленном позади перфорированном металлическом листе (11) больше или равен диаметру отверстий (15) в установленном впереди перфорированном металлическом листе (10).

21. Реактор по п.1, отличающийся тем, что расстояние установленного позади перфорированного металлического листа (11) до входа реакционной смеси в катализаторный слой (4) соответственно от 5 до 20 раз кратно диаметру отверстий (16) в установленном позади перфорированном металлическом листе (11).

22. Реактор по п.1, отличающийся тем, что в качестве материала для труб (6) и перфорированных металлических листов (10, 11) применяются материалы, которые при повышенной температуре обладают стойкостью к окислению и при необходимости к насыщению углеродом.

23. Устройство (5) для смешивания для реактора (1) по одному из пп.1-22.

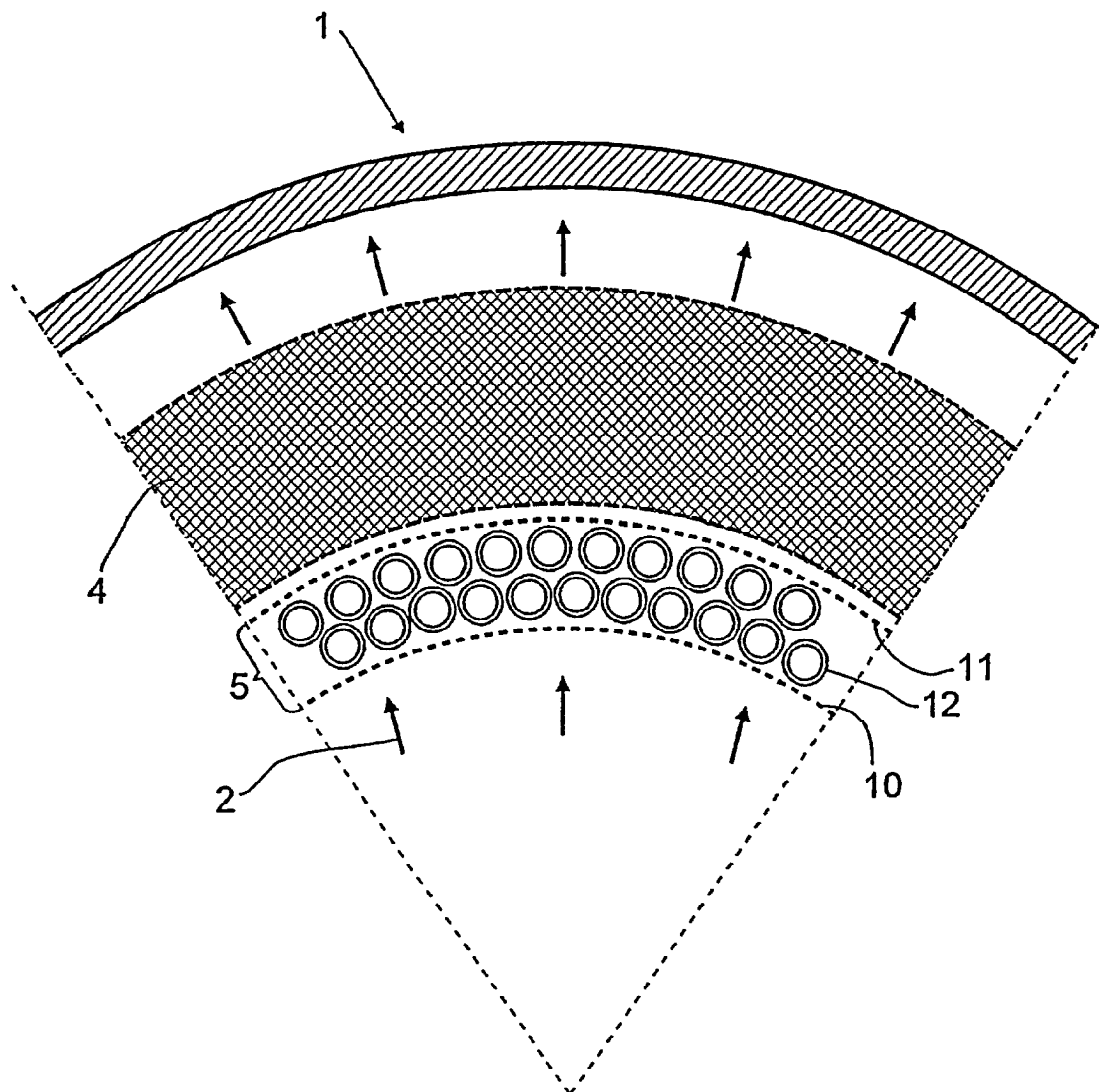
24. Статический смеситель для двух или нескольких текучих сред, отличающийся тем, что он образован из элементов устройства (5) для смешивания по п.23, которые в основном расположены поперек направления набегания первой текучей среды (2):

5 - двух или трех расположенных друг за другом рядов труб (6) с генераторами турбулентности на их наружной стороне, которые сужают поперечное сечение прохода для первой текучей среды (2) до от 1/2 до 1/10, причем через внутренние пространства труб (6) направляется вторая или другие текучие среды (3) и через отверстия (7) в трубах (6) вдуваются в первый текучий поток (2) исходного вещества, а
10 также

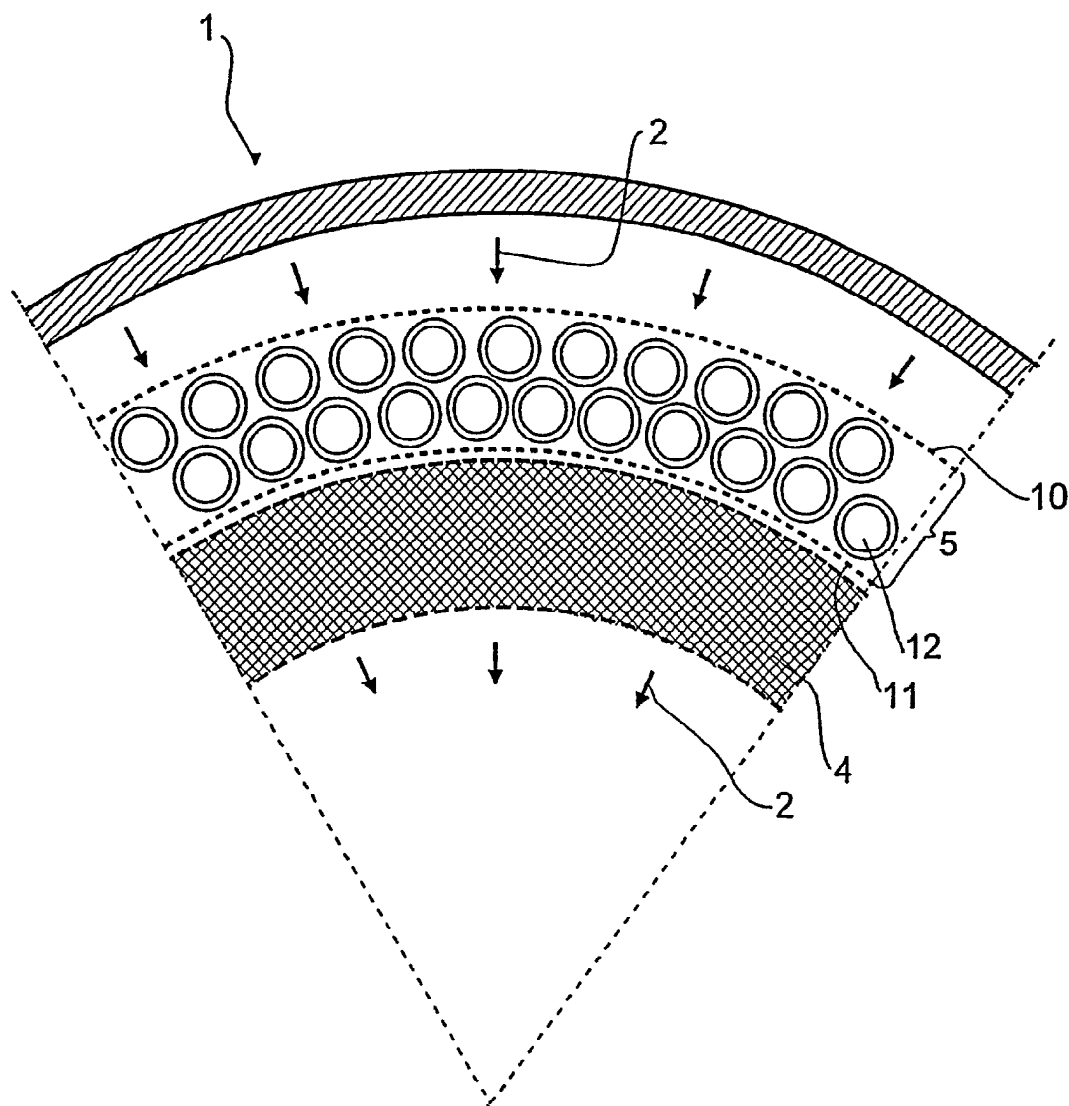
- установленного впереди труб (6) перфорированного металлического листа (10) и

- установленного позади труб (6) перфорированного металлического листа (11).

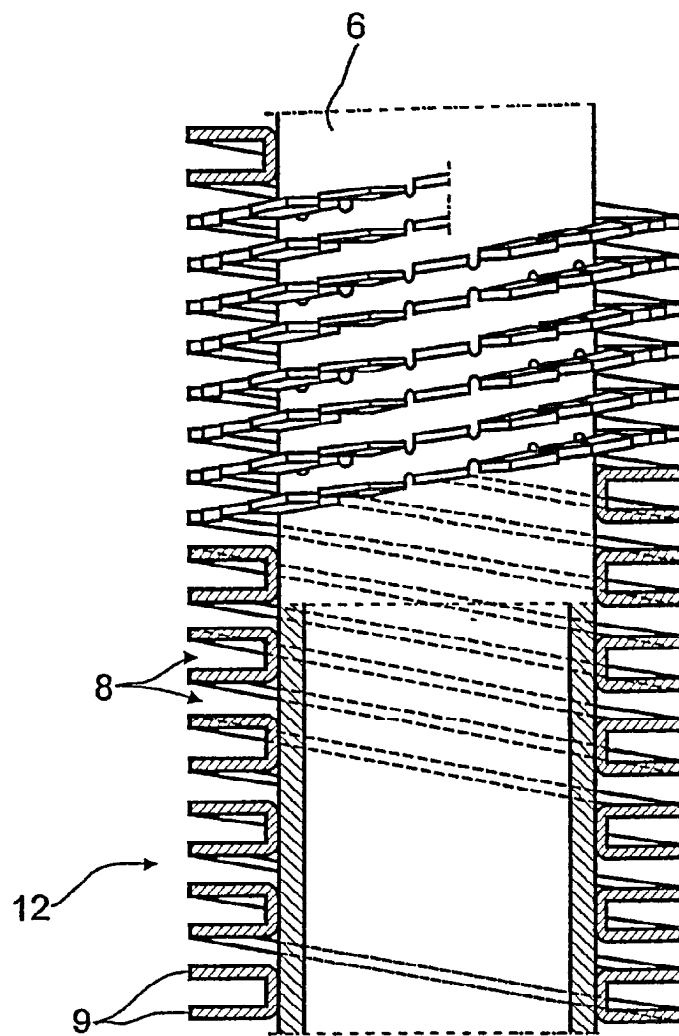
25. Способ проведения химических реакций между двумя текучими исходными веществами (2, 3) в катализаторном слое (4) в реакторе (1) по одному из пп.1-22,
15 отличающийся тем, что первый текучий поток (2) исходного вещества представляет собой реакционную газовую смесь и второй текучий поток (3) исходного вещества представляет собой газовый поток, содержащий кислород, в частности, для осуществления окислительной дегидрогенизации.



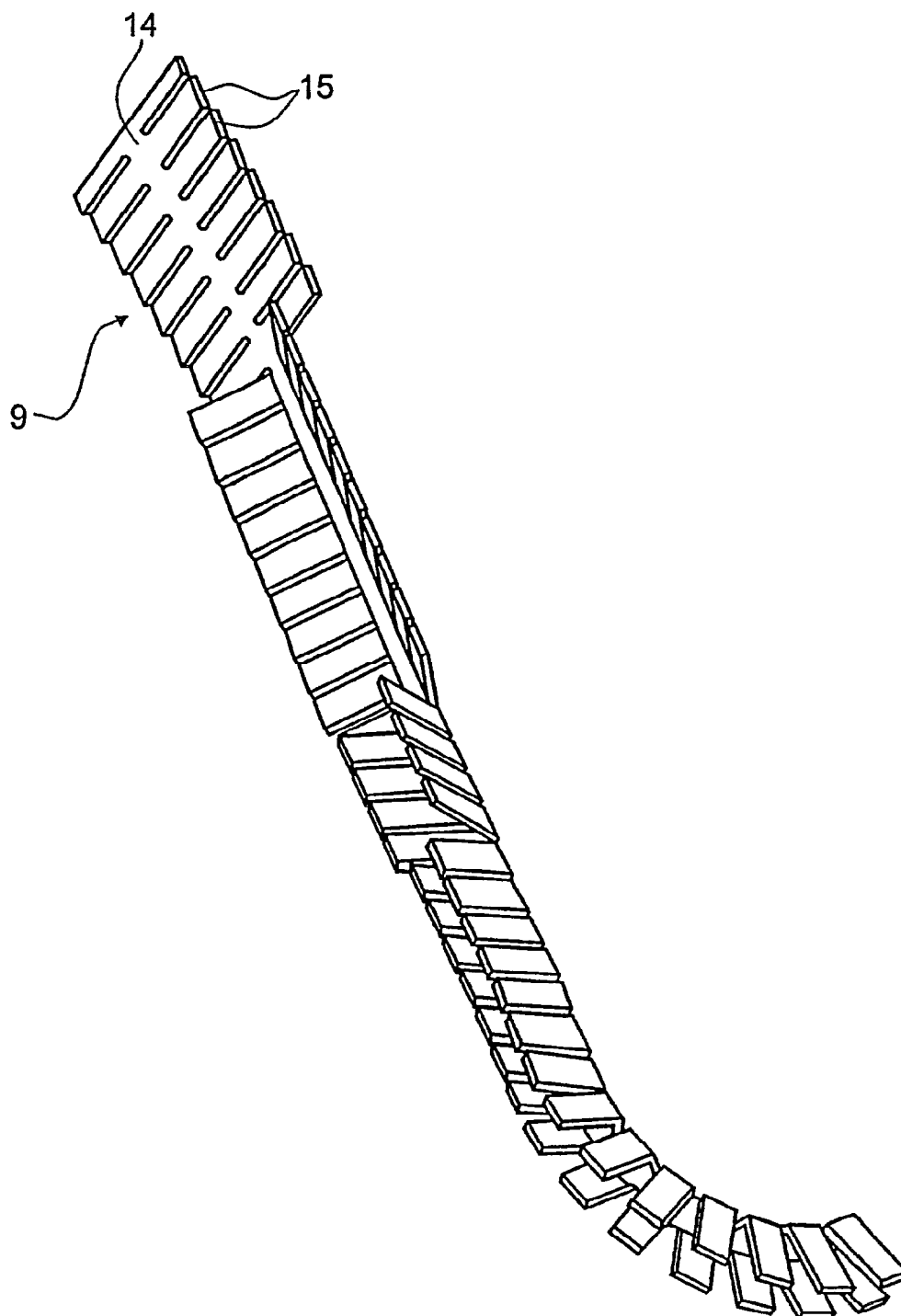
Фиг. 1А



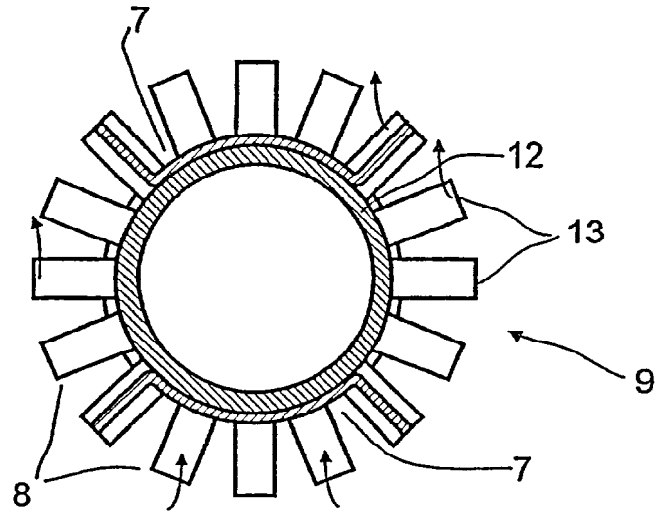
Фиг. 1В



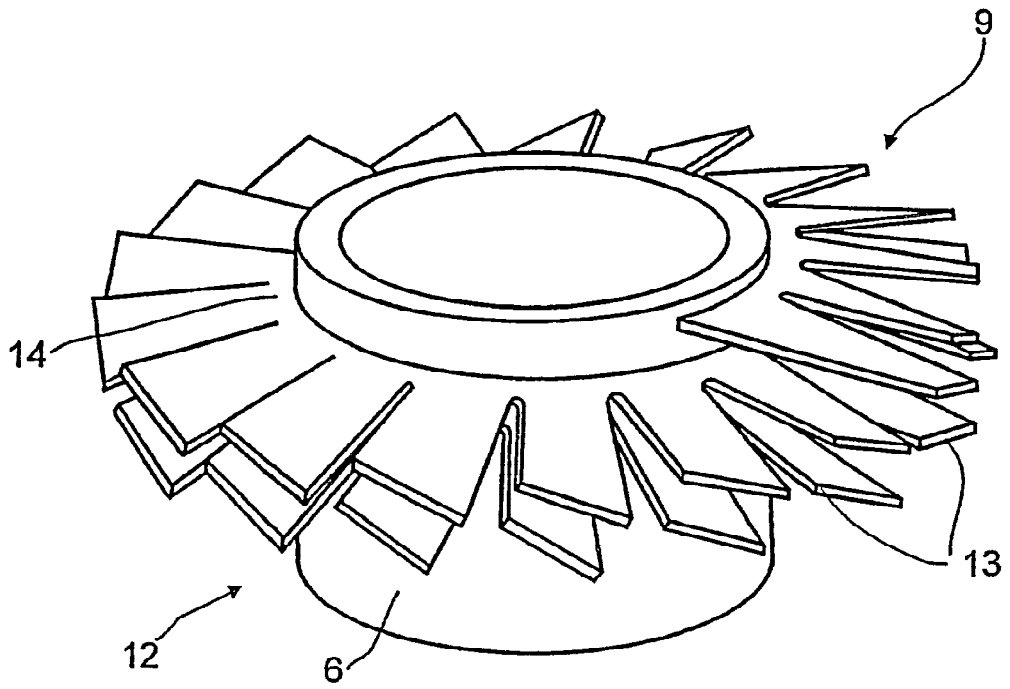
Фиг. 2А



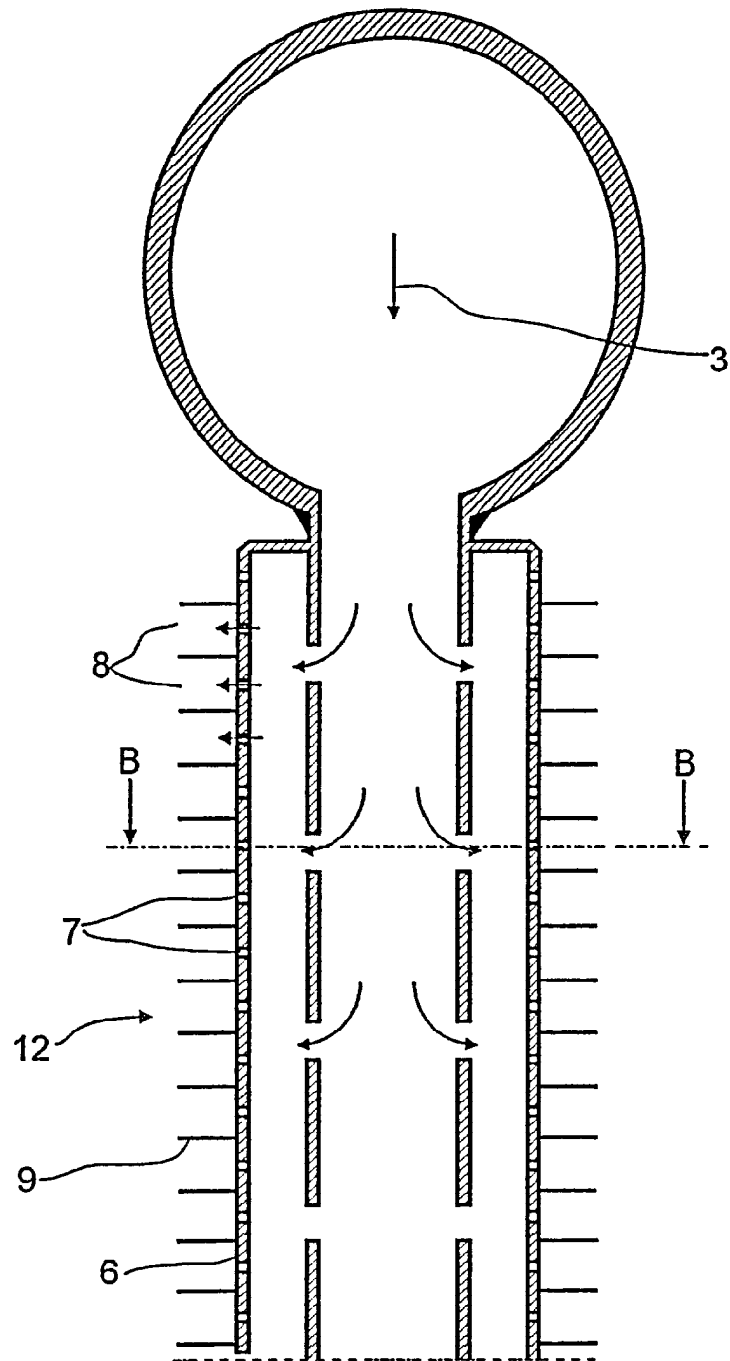
Фиг. 2В



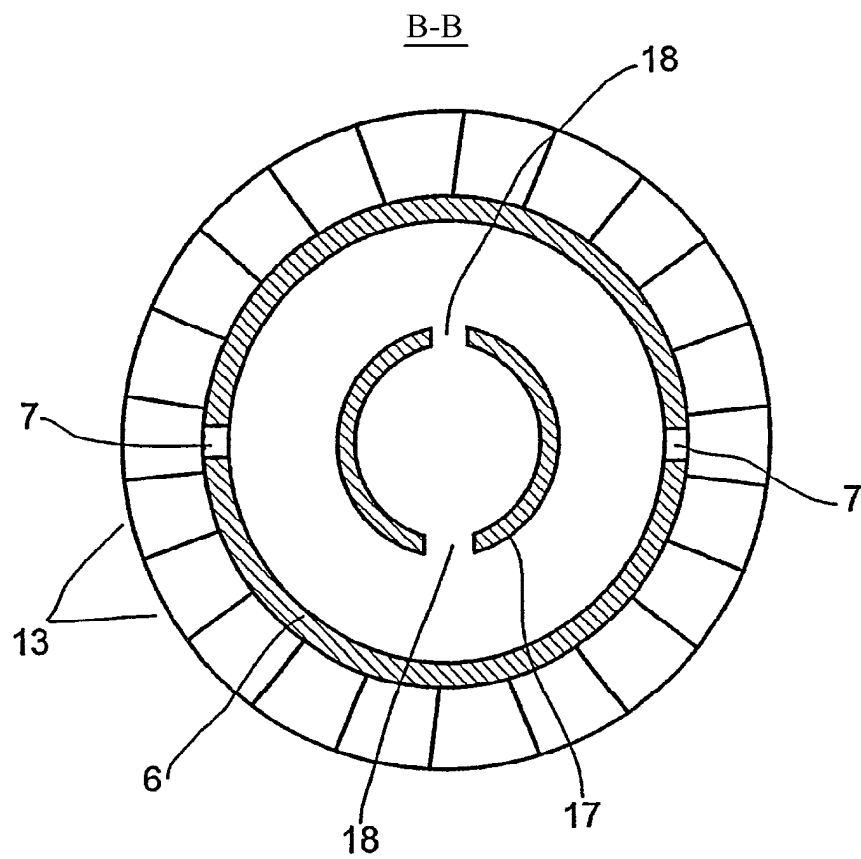
Фиг. 2С



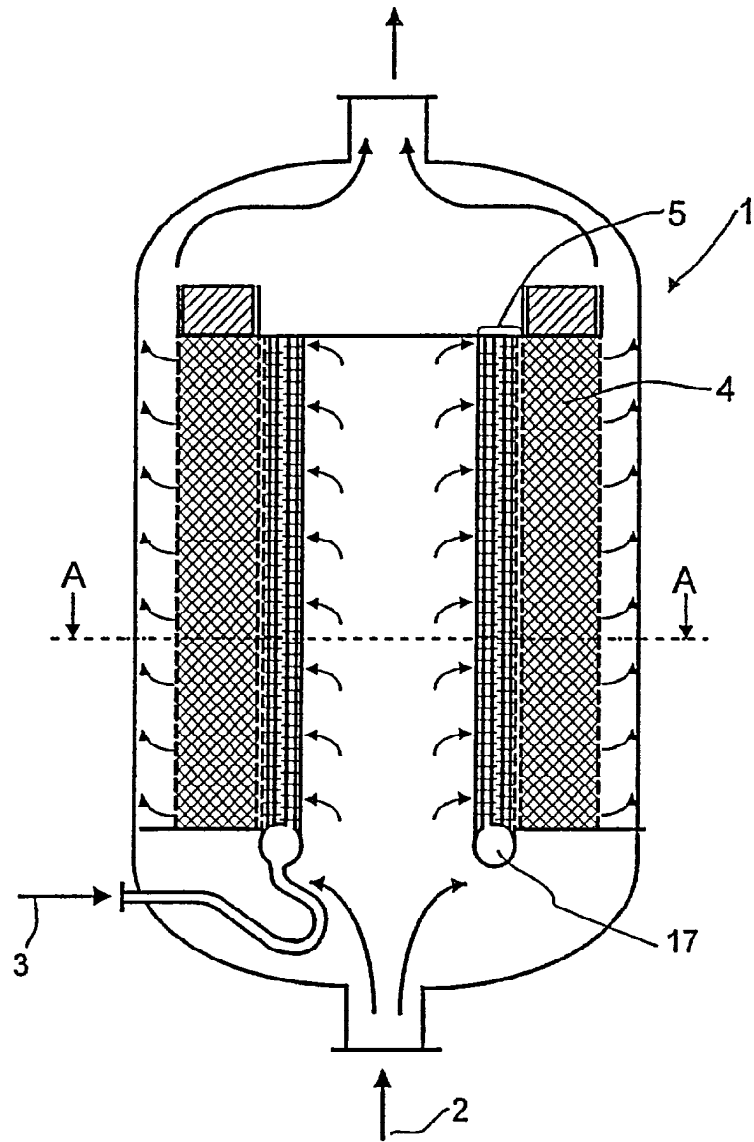
Фиг. 3



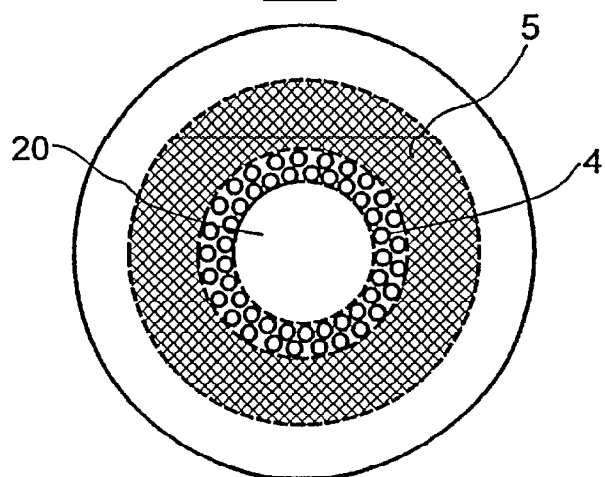
Фиг. 4А



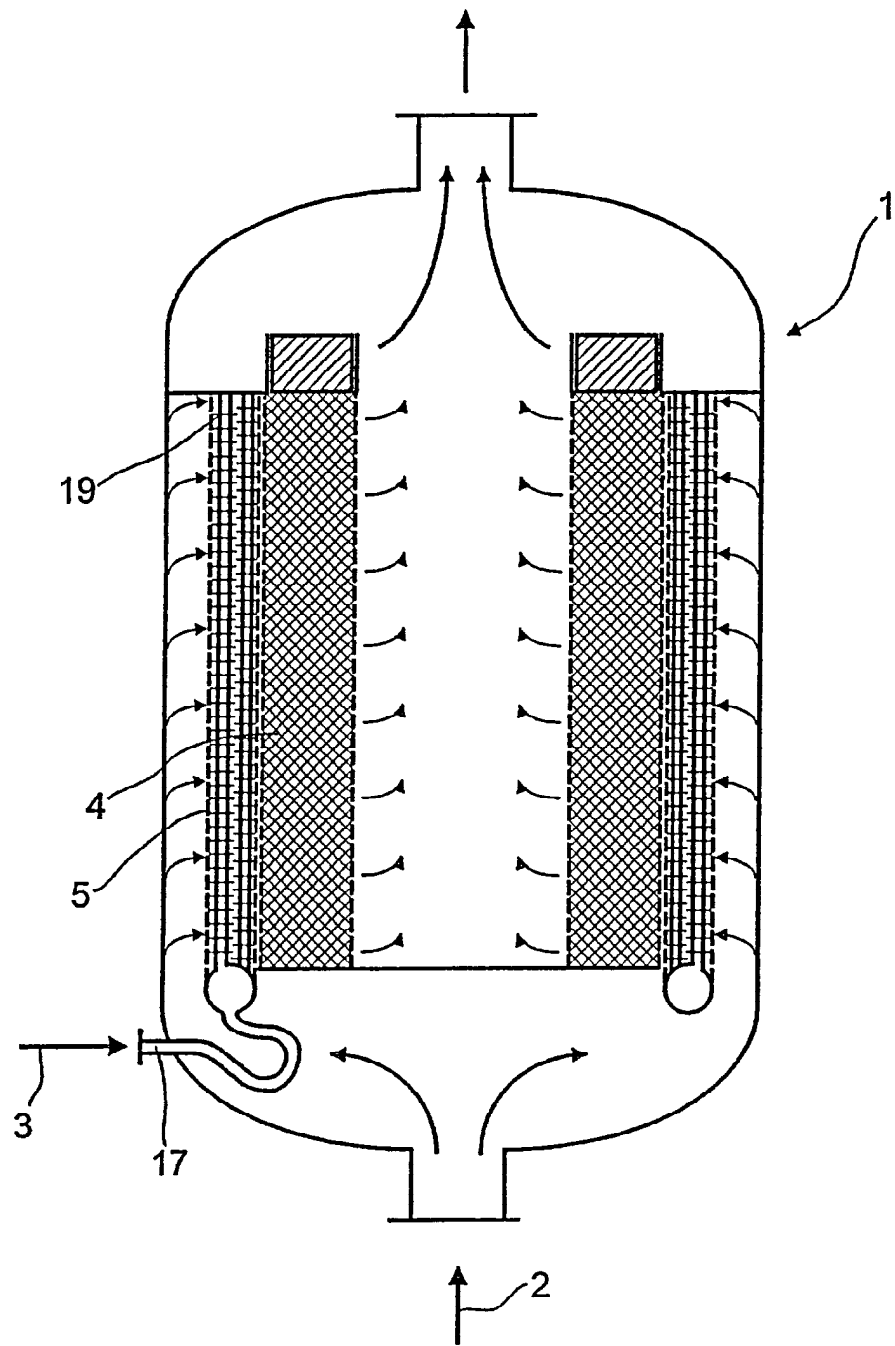
Фиг. 4В



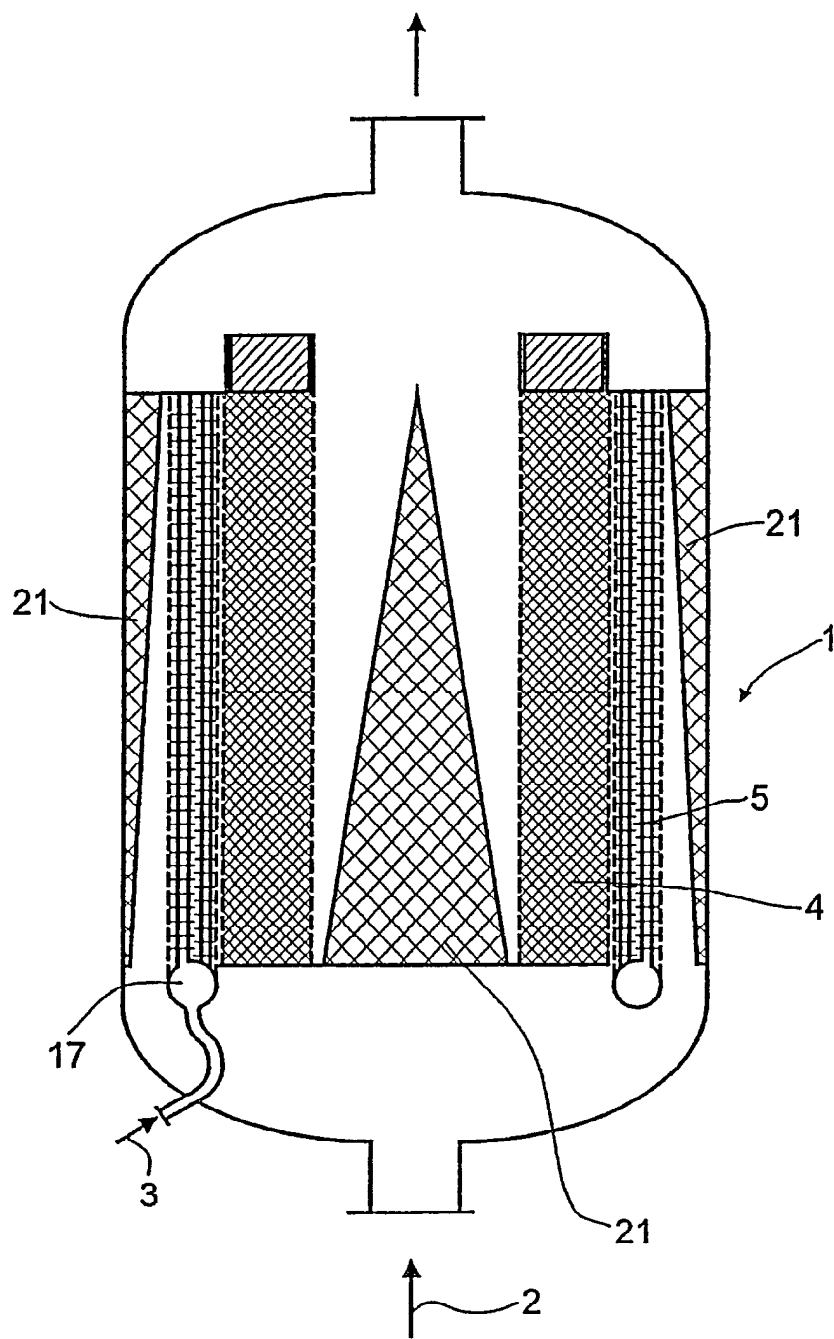
Фиг. 5А
А-А



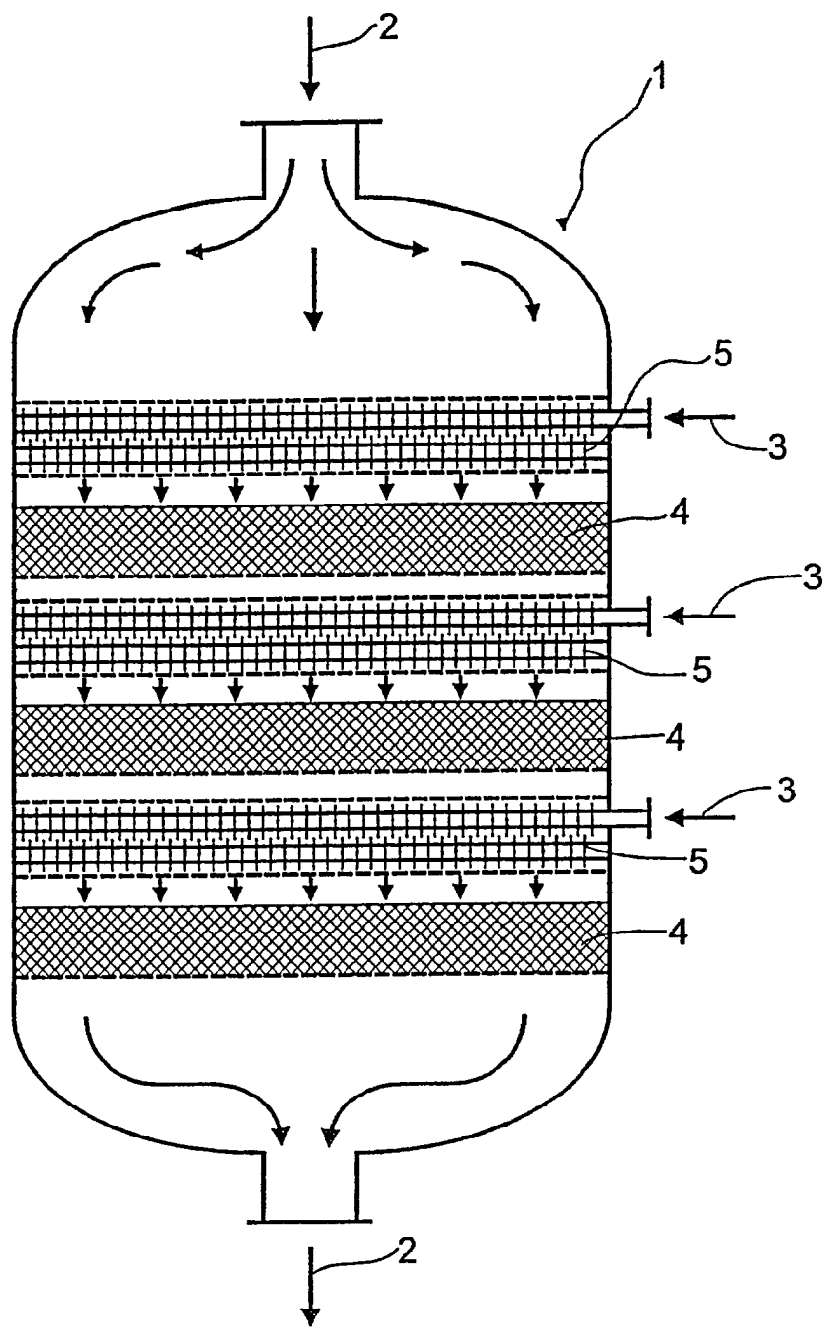
Фиг. 5В



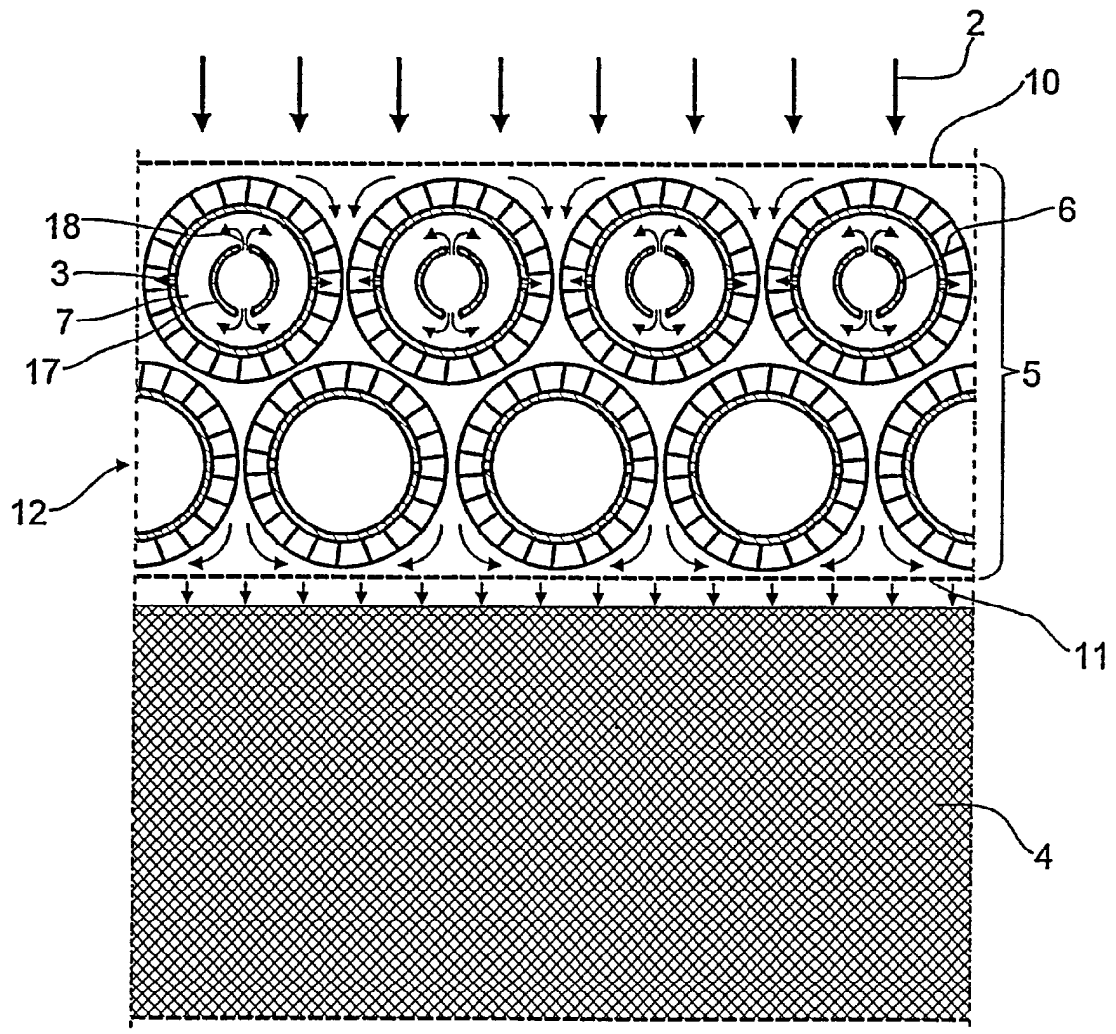
Фиг. 5С



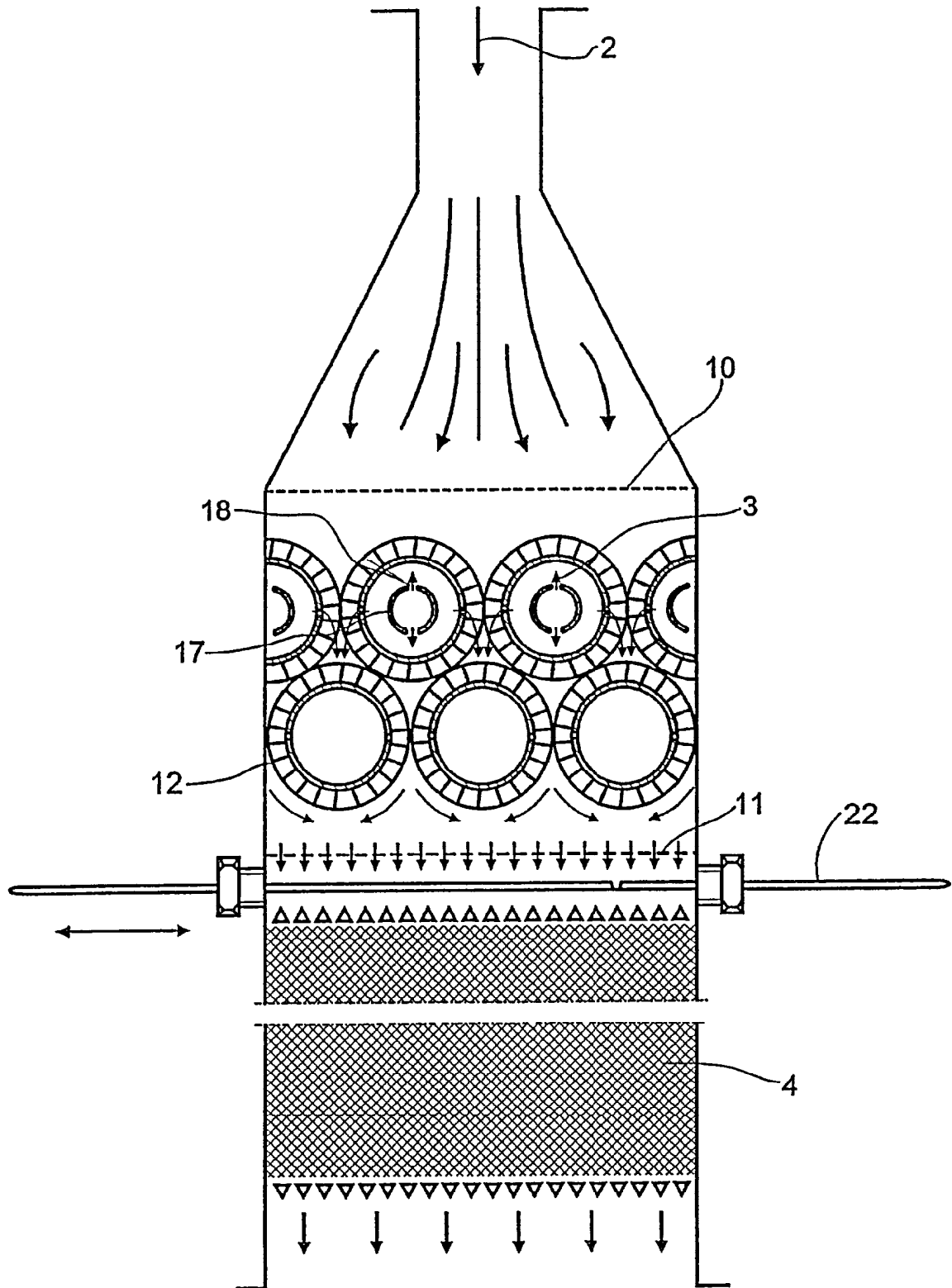
Фиг. 6



Фиг. 7А



Фиг. 7В



Фиг. 8