

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039940**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.03.30

(21) Номер заявки
202091006

(22) Дата подачи заявки
2017.11.27

(51) Int. Cl. **B01J 8/24** (2006.01)
B01J 19/24 (2006.01)
F26B 17/14 (2006.01)
F23C 10/02 (2006.01)

**(54) УСТРОЙСТВО С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ ФОНТАНИРУЮЩИМ СЛОЕМ
КОЛЬЦЕОБРАЗНОЙ ФОРМЫ И СПОСОБ ЕГО РАБОТЫ**

(43) **2020.08.31**

(86) **PCT/RU2017/000880**

(87) **WO 2018/111151 2018.06.21**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
СИА "ЭМПИРИО" (LV)

(56) **SU-A2-162462**
US-B2-8192688
RU-C2-2569301
RU-C2-2545330
WO-A1-2011106303

(72) Изобретатель:
**Вильчек Сергей Юрьевич, Сторожев
Фёдор Николаевич, Квашнин
Александр Георгиевич (RU)**

(74) Представитель:
Гольышко Н.Т., Вашина Г.М. (RU)

(57) Устройство по изобретению может быть использовано для проведения в нем большинства технологических процессов, проводимых в устройствах с псевдоожигенным слоем, в том числе для очистки газовых смесей, для сушки материалов, пиролиза, газификации, для сжигания твердых горючих материалов, в том числе таких как промышленные отходы, сельскохозяйственные отходы, ТБО, уголь, илы очистных сооружений, отходы реакторов аэробного и анаэробного сбраживания, а также и для проведения других химических реакций, проводимых в псевдоожигенном слое. Реакционная камера устройства с вращающимся фонтанирующим кольцевым псевдоожигенным слоем имеет не менее чем на части высоты воронкообразную, сужающуюся книзу форму со ступенчатой структурой внутренней поверхности. Такая форма реакционной камеры в совокупности с тангенциальным подводом в нее псевдоожигающего и других газов позволяет создавать в реакционной камере регулируемый торообразный псевдоожигенный слой, в котором можно регулировать скорость вращения частиц обрабатываемого материала как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях, а также управлять временем пребывания в реакционной зоне частиц различной крупности, интенсивностью обработки материалов и другими параметрами технологических процессов.

B1**039940****039940****B1**

Изобретение относится к устройствам, а именно реакционным камерам устройств с вращающимся фонтанирующим кольцевым кипящим (псевдоожженным) слоем для проведения различных химических реакций (технологических процессов), в том числе для очистки газовых смесей, для сушки материалов, пиролиза, газификации, для сжигания твердого горючего материала, (например, промышленных отходов, сельскохозяйственных отходов, твердых бытовых отходов - ТБО, угля, ила очистных сооружений, отходов реакторов аэробного и анаэробного сбраживания и т.д.), а также для проведения других технологических процессов, проводимых в устройствах с псевдоожженным слоем.

Фонтанирование дисперсного материала в восходящем потоке воздуха представляет собой одну из разновидностей псевдоожжения, осуществляемую в цилиндрических или в конических аппаратах.

Реакторы с фонтанирующим псевдоожженным слоем имеют ряд преимуществ, которых нет у реакторов с другим типом псевдоожжения. В частности, они более удобны для обработки полидисперсных материалов, а также для тонкодисперсных частиц, трудно поддающихся псевдоожжению в устройствах с другим видом псевдоожжения.

Вместе с тем, реакторы с фонтанирующим псевдоожженным слоем имеют и недостатки по сравнению с устройствами, использующими другой тип ожжения. Один из основных - это меньшая производительность вследствие ограниченности зоны обработки материала только объемом фонтана. Для устранения этого недостатка используют устройства с кольцевым фонтаном. Однако при слишком большом радиусе кольца по сравнению со слоем, в котором создается фонтан, возможен прорыв фонтана в одном месте кольца. Для уменьшения вероятности такого прорыва фонтану дополнительно придают вращение вокруг вертикальной оси фонтана. Вращение, хотя и стабилизирует фонтан, в свою очередь, приводит к появлению центробежных сил, выносящих частицы обрабатываемого материала из фонтана. Причем чем тяжелее (крупнее) частица, тем быстрее она выносится из фонтана. Хотя для обработки именно тяжелых и крупных частиц требуется наибольшее время. Таким образом, во вращающемся фонтане происходит сепарация частиц. Самые крупные частицы слишком быстро отбрасываются из фонтана на периферию, опускаются к основанию фонтана и вновь попадают в него. Слишком долго циркулируя из фонтана на периферию (где не обрабатываются) и снова в фонтан, такие крупные частицы уменьшают производительность устройства.

Увеличение интенсивности обработки и сокращение времени обработки материалов в устройстве с кольцевым вращающимся фонтанирующим псевдоожженным слоем путем дополнительной обработки материалов вне фонтана, но внутри устройства (в частности, на его внутренней поверхности) является одной из целей настоящего изобретения.

Во время работы реактора с вращающимся фонтанирующим кольцевым псевдоожженным слоем в его псевдоожжающей камере образуется так называемый псевдоожженный слой в виде кольцевого вращающегося фонтана. Он состоит из газа, в среде которого распределены негазообразные (твердые и/или жидкие) частицы, и этот газ находится в турбулентном состоянии. В результате этой турбулентности в псевдоожженном слое обеспечивается хорошее перемешивание негазообразных (конденсированных) и газовой фаз, благодаря чему обеспечивается возможность оптимальной массопередачи, теплотеплопередачи и взаимодействия материалов.

В большинстве случаев псевдоожжающий газ проходит сквозь реактор через днище сверху. После устройства ввода псевдоожжающего газа в реактор (входного газового порта) реактор имеет стесненную область, с помощью которой и формируется фонтан псевдоожженного материала. Эта стесненная область конструктивно принадлежит днищу реактора и содержит либо псевдоожжающую пластину (перфорированную), или одно сопло, либо совокупность сопел (далее будет использован термин "сопловое днище"). Назначение этого соплового днища состоит в обеспечении достаточно высокой скорости газа с целью недопущения оседания на днище твердофазных частиц и обеспечение равномерности распределения газового потока по поверхности соплового днища.

Недостатками соплового днища являются сложность его конструкции, связанная со сложностью конструкции достаточно высокая трудоемкость в изготовлении, а также необходимость периодического осмотра и обслуживания.

Над сопловым днищем в реакторах с псевдоожженным слоем располагается псевдоожжающая камера, которая по форме может быть цилиндрической или конической, или же представлять собой комбинацию конической части и следующей за ней цилиндрической части. В псевдоожжающей камере происходит большая часть проводимых в реакторе технологических процессов, поэтому в дальнейшем ее будем называть "реакционной камерой".

В центре реакционной камеры обычно располагается элемент в виде сплошного стержня или трубы, имеющих форму тела вращения, ось которого совпадает с осью реакционной камеры. Эта конструкция снизу проходит сквозь сопловое днище и может достигать или не достигать верха (крышки) реакционной камеры. Основное назначение этого элемента - создание фонтана в виде кольца. В случае выполнения этого элемента в виде трубы он может служить газопроводом для отвода продуктов обработки и отработанных газов из реакционной камеры, а также пространством для проведения дополнительных технологических операций.

Отвод газов и продуктов обработки из реакционной камеры выполняют и через крышку камеры

другими известными способами.

Для исключения прорыва (концентрирования) потока псевдоожижающего газа в одной области кольца фонтанирующему псевдоожиженному кольцевому слою придают вращение вокруг оси реакционной камеры. Вращение достигается путем создания соплового днища специальной конструкции, что еще больше усложняет конструкцию соплового днища. Таким образом, наличие соплового днища значительно усложняет устройство, что и является одним из недостатков известных устройств. Предлагаемое устройство не содержит элементов подачи газов через днище (днище не является сопловым), что существенно упрощает конструкцию.

Известным реакторам с вращающимся фонтанирующим кольцевым псевдоожиженным слоем присущ еще один существенный недостаток. В фонтане твердые или жидкие частицы имеют вращательную (тангенциальную) составляющую скорости движения вокруг оси камеры (центральной трубы). Следствием этого является наличие центробежных сил, действующих на частицы. Эти центробежные силы обеспечивают перемещение частиц от центральной части фонтана к его периферии. Таким образом в центральной части фонтана образуется избыток газового потока и недостаток негасовых частиц. А на его периферии (у стенок реакционной камеры) образуется относительный избыток негасовых частиц. Это приводит к разным условиям взаимодействия газов и конденсированных (негасовых) частиц в центральной и пристенной частях фонтана. Одним из результатов такой неоднородности фонтана является неравномерность скоростей обработки материалов в разных областях фонтана.

Негативные последствия названного недостатка особенно проявляются при регулировании мощности (производительности) реактора. При увеличении производительности реактора происходит увеличение потока газа через него. Это приводит к возрастанию окружных скоростей в фонтане и, соответственно, к увеличению центробежных сил, действующих на негасовые (конденсированные) частицы. В конечном итоге неравномерность обработки материалов в центре реакционной камеры и на ее периферии возрастает.

Известна кольцевая шахтная печь для сжигания кускового материала (патент EP 2180280, МПК C04B 2/00, F27B 1/16, опубл. 28.04.2010), содержащая наружный и внутренний цилиндры, образующие кольцевую шахту для сжигаемого материала. В плоскости горелок на наружном цилиндре расположены камеры сгорания. Через наружный цилиндр проходят дополнительные дутьевые трубки (фурмы), которые расположены между соседними камерами сгорания и перемещаются в кольцевой шахте. Шахтная печь отличается сложностью конструкции.

Известно устройство с кипящим слоем, содержащее реактор для перевода во взвешенное состояние циркулирующего вещества (патент FR 2937886, МПК F23C 10/10, опубл. 07.05.2010). Реактор имеет корпус цилиндрической или многогранной формы. Корпус включает в себя профили для повторного смешивания в виде сформированных внутри кольцевых ребер, распределенных по крайней мере, по части высоты корпуса. Устройство может не иметь псевдоожижающей решетки.

Недостатком реактора является неполное сгорание топлива. Этот недостаток устраняется путем многократной циркуляции топлива через устройство. Однако такое решение увеличивает количество устройств в комплексе оборудования и увеличивает энергозатраты на его работу. Кроме того, затруднен запуск устройства после его внезапной остановки.

Известен способ сжигания углеродсодержащего материала, содержащего летучие вещества (WO 2006003454, опубл. 12.01.2006) включающий

(I) создание реактора с тороидальным слоем, содержащего камеру, имеющую вход и выход; (II) создание горелки для пылевидного топлива, имеющей вход, соединенный либо непосредственно, либо косвенным образом с выходным отверстием камеры реактора с тороидальным слоем; (III) подачу углеродсодержащего материала в камеру реактора с тороидальным слоем через его входное отверстие; (IV) создание преимущественно направленного по окружности потока флюида в камере, чтобы вызвать быстрое циркулирование углеродистого материала вокруг оси камеры в тороидальном слое, и нагревание углеродсодержащего материала, в результате чего он превращается в смесь, содержащую гасовый компонент и тонкодисперсный компонент в виде частиц; (V) удаление указанной смеси из камеры через выходное отверстие и пропускание указанной смеси напрямую или косвенно через горелку через ее входное отверстие; а также (VI) осуществление сгорания в указанной горелке.

Для осуществления указанного способа предлагается устройство для сжигания углеродсодержащего материала, содержащего летучие вещества, состоящее из

(а) реактора с тороидальным слоем, содержащего (I) - камеру, имеющую входное отверстие для подачи углеродсодержащего материала в камеру, (II) - средства для нагрева содержимого камеры и (III) - средства для формирования преимущественно направленного по окружности потока флюида внутри камеры, чтобы создать быструю циркуляцию углеродистого материала вокруг оси камеры в тороидальном слое, в результате чего углеродистый материал подвергается пиролизу и обжигу, чтобы создать смесь, содержащую гасовый компонент и тонкодисперсный компонент в виде частиц, и (IV) - выпускное отверстие для выброса указанной смеси из камеры; и

(б) горелки для сжигания пылевидного топлива, имеющей входное отверстие, соединенное либо непосредственно, либо косвенным образом с выходным отверстием камеры реактора с тороидальной

слоем.

Недостатком указанного способа является малая производительность оборудования по причине малоэффективного использования рабочего объема реакционной камеры. Кроме того, реактор для реализации указанного способа не позволяет регулировать в широком диапазоне параметры псевдоожиженного слоя, что не дает осуществить требуемую глубину переработки реагентов.

Известен реактор с псевдоожиженным слоем для сжигания топлива или отходов и проведения различных химических реакций (патент RU 2403966, МПК В01J 8/24, опубл. 20.11.2010). В псевдоожижающей камере в корпусе реактора расположена вставка, имеющая коническую форму. Между внутренней поверхностью корпуса и наружной поверхностью вставки образовано пространство, имеющее кольцеобразное поперечное сечение, которое служит в качестве псевдоожижающей камеры и в котором скорость газового потока либо остается постоянной, либо уменьшается или увеличивается в зависимости от взаиморасположения корпуса и вставки. Обеспечиваются условия стабильной работы реактора в широком диапазоне нагрузок за счет оптимального распределения газовой и твердотельной фаз, улучшаются условия удаления агломератов твердотельной фазы, минимизируется неблагоприятное воздействие флуктуации газового потока на работу системы.

Недостатком данного технического решения является сложность изготовления реактора, особенно механизма движения внутренней вставки, так как внутренняя вставка выполнена с возможностью движения. Такое решение предполагает наличие большого количества механических частей, что дополнительно снижает надежность конструкции, особенно при эксплуатации ее элементов в высокотемпературной зоне. Недостаточна и возможность регулирования параметров псевдоожиженного слоя, поскольку она ограничивается только регулировкой расхода псевдоожижающих газов.

Для устранения названного недостатка применяют дополнительную подачу газов через стенки реакционной камеры. Причем, на нескольких уровнях по высоте камеры, как это сделано, например, в устройстве (А.С. СССР № 162462, МПК F26B, опубл. 16.04.1964), являющемся наиболее близким по совокупности признаков техническим решением. Недостатком указанного устройства является низкая эффективность тепло- и массообмена. Это объясняется тем, что у стенок реакционной камеры наиболее крупные частицы движутся вниз с наибольшей скоростью, что сокращает их время взаимодействия с газовыми потоками, подаваемыми через стенки реакционной камеры, так как в фонтанирующем псевдоожиженном слое вертикальная составляющая скорости псевдоожиженных частиц имеет направление вверх в центральной части фонтана и вниз на его периферии. Кроме этого, причиной низкой эффективности и неравномерности тепло- и массообмена в указанном устройстве является отсутствие вращения фонтана вокруг вертикальной оси камеры устройства.

Одной из задач, решаемой настоящим изобретением, является увеличение времени пребывания периферийных частиц фонтана в газовом потоке, что повышает равномерность обработки псевдоожиженных частиц в фонтане.

Техническим результатом решения указанной задачи является повышение скорости тепло- и массообмена, создание возможности управления интенсивностью (высотой) фонтана, скоростью вращения фонтана вокруг оси, скоростями вращения фонтана в разных частях по его высоте, а также скоростью, интенсивностью обработки материалов и временем обработки материалов, находящихся как в фонтане, так и вне фонтана, в том числе и выходящих из фонтана на его периферии и двигающихся вниз фонтана, к его основанию.

Такой технический результат обеспечит сокращение времени обработки, повышение скорости и глубины обработки реагентов в устройстве с фонтанирующим кольцевым вращающимся псевдоожиженным слоем.

Таким образом, задачами, решаемыми предлагаемым изобретением, являются разработка усовершенствованного устройства с кольцевым, фонтанирующим, вращающимся псевдоожиженным слоем, в котором имеется возможность управления такими параметрами фонтана как его размеры (в том числе высота); интенсивность, определяемая количеством газов, проходящих через фонтан в единицу времени; направление и скорость вращения фонтана вокруг его оси; тангенциальные, радиальные и вертикальные (осевые) скорости движения фонтана в разных частях по его высоте; время нахождения обрабатываемых реагентов и, при наличии, материалов в фонтане; интенсивность взаимодействия материалов различных фаз между собой и друг с другом; а также возможность регулировки (управления) скоростью движения реагентов; интенсивностью обработки реагентов; временем обработки реагентов, находящихся вне фонтана, в том числе и выходящих из фонтана на его периферии и движущихся в направлении низа фонтана (к его основанию). Предлагаемое устройство также должно иметь возможность работы в широком диапазоне нагрузок, возможность плавного запуска и остановки, возможность плавного запуска после внезапных остановок, а также обеспечивать возможность проведения в нем большинства технологических процессов, проводимых в устройствах с псевдоожиженным слоем. Предполагаемое устройство должно быть простым по конструкции и недорогим.

Поставленная задача решается с помощью устройства с псевдоожиженным фонтанирующим слоем кольцеобразной формы, включающего по крайней мере один загрузочный канал для реагентов, псевдоожижающих газов и, при необходимости, материалов; вертикально расположенную реакционную камеру

2, имеющую по крайней мере на части высоты воронкообразную, сужающуюся книзу форму, имеющую трубу 5, соосную с реакционной камерой 2 и имеющую по крайней мере одно отверстие 6 для отвода продуктов обработки.

Внутренняя поверхность 3 реакционной камеры 2 имеет ступенчатую структуру, труба 5 установлена проходящей через дно 17 реакционной камеры 2. Труба 5 может заканчиваться внутри реакционной камеры 2, а также может проходить насквозь реакционной камеры 2 и выходить из реакционной камеры 2 через крышку. При этом в устройстве дополнительно выполнены каналы 9, проходящие через корпус 3а реакционной камеры 2. Основная функция каналов 9 - подача псевдоожижающих газов. При осуществлении некоторых технологических процессов каналы 9 могут использоваться для подачи материалов, реагентов.

Предпочтительно ступенчатая структура внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2 образована таким образом, что внутреннее пространство реакционной камеры 2 имеет форму правильных многогранников, например, в виде правильных призм, правильных усеченных пирамид, соосных с реакционной камерой 2 и установленных один на другой.

Предпочтительно по высоте реакционной камеры 2 имеется по крайней мере один участок с упорядоченной структурой многогранников.

Предпочтительно упорядоченная структура многогранников в пределах сужающегося книзу воронкообразного участка реакционной камеры 2 образована таким образом, что для любых двух соседних многогранников в их общей плоскости основания радиус вписанной окружности многоугольника основания верхнего многогранника не меньше радиуса описанной окружности многоугольника основания нижнего многогранника.

Предпочтительно упорядоченная структура многогранников образуется таким образом, что все правильные многогранники имеют в основании правильные многоугольники с одинаковым количеством сторон.

Предпочтительно соответствующие стороны оснований всех правильных многогранников выполнены параллельными.

Предпочтительно каждый нижний многогранник повернут вокруг оси реакционной камеры 2 относительно соседнего верхнего многогранника на некоторый угол от параллельного положения соответствующих сторон оснований.

Предпочтительно часть трубы 5, расположенная в пределах реакционной камеры 2, имеет форму тела вращения относительно оси реакционной камеры 2.

Предпочтительно труба установлена проходящей через дно 17 и крышку 7 реакционной камеры 2, а отверстия 6 для отвода продуктов обработки, псевдоожижающих газов и, при наличии материалов, также и материалов выполнены в верхней части трубы 5 на ее боковой поверхности.

Предпочтительно труба 5 установлена проходящей через дно 17 реакционной камеры 2 и не достигающей до крышки 7, а для отвода продуктов обработки, псевдоожижающих газов и, при наличии материалов, также и материалов использовано отверстие 6, которое образовано открытым верхним концом трубы 5.

Предпочтительно устройство имеет дополнительное отверстие в дне 17, коаксиальное с отверстием для выхода трубы 5 через дно 17 и обеспечивающее отвод части продуктов обработки из реакционной камеры 2.

Предпочтительно выходы каналов 9 в реакционную камеру 2 расположены в заданном порядке по высоте и периметру реакционной камеры 2.

Предпочтительно выходы каналов 9 в реакционную камеру 2 расположены вблизи вертикальных ребер многогранников.

Предпочтительно вблизи каждого вертикального ребра многогранника расположено не более двух выходов различных каналов 9.

Предпочтительно каждый выход канала 9 в реакционную камеру 2 расположен таким образом, что поток газа из канала 9 направлен преимущественно вдоль одной из граней многогранника, образующих ребро, вблизи которого выполнен выход этого канала 9 в реакционную камеру 2.

Предпочтительно между кожухом 1 и корпусом 3а реакционной камеры 2 установлены мембраны для обеспечения независимой подачи газа через каналы 9. Мембраны могут быть как горизонтальными, так и вертикальными.

Предпочтительно на дне 17 реакционной камеры 2 расположены трамплины 16 для поднятия частиц реагентов и, при наличии материалов, также и материалов в фонтанирующий слой.

Предпочтительно устройство использовано для любого из следующих применений: очистка газовых смесей любого рода, сжигание газообразного, жидкого, твердого топлива или отходов в фонтанирующем слое, пиролиз, термическая газификация, технологические процессы с применением катализаторов, адсорбентов, абсорбентов, для сепарации, химических реакций, осуществляемых в фонтанирующем слое, сушка сыпучих материалов в фонтанирующем слое.

Поставленная задача решается с помощью способа обработки реагентов в устройстве с псевдоожиженным фонтанирующим слоем кольцеобразной формы, включающего загрузку в устройство реагентов и, при необходимости, материалов, подачу в устройство псевдоожижающих газов, создание в устройстве

псевдоожиженного фонтанирующего вращающегося слоя кольцеобразной формы из реагентов и, при наличии материалов, также из материалов, обработку реагентов в устройстве и отвод из устройства продуктов обработки, псевдоожижающих газов и, при наличии материалов, также и материалов.

Обработку реагентов проводят в устройстве, как в псевдоожиженном фонтанирующем слое кольцеобразной формы, так и вне фонтанирующего слоя на имеющей ступенчатую структуру внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2.

Предпочтительно в зависимости от условий проведения обработки в реакционной камере 2 управление подачей псевдоожижающих газов в реакционную камеру 2 осуществляют путем изменения параметров проведения технологических процессов, например скорости, количества подачи псевдоожижающих газов в каналы 9.

Предпочтительно обработку на внутренней поверхности реакционной камеры 2 проводят таким образом, что на ступени 13 реакционной камеры 2 подают через каналы 9 поток псевдоожижающих газов, реагентов, материалов для перемещения с определенной скоростью частиц реагентов, материалов, продуктов обработки со ступени на ступень и в фонтанирующий слой, процесс проводят до заданной степени обработки реагентов и затем отводят продукты обработки, псевдоожижающие газы и, при наличии материалов, также и материалы через отверстия 6, выполненные в верхней части трубы 5.

Предпочтительно псевдоожижающие газы подают в реакционную камеру 2 в зависимости от условий проведения обработки в реакционной камере 2 в пределах каждой ступени 13 или группы ступеней 13.

Предпочтительно в трубе 5 проводят дополнительную обработку продуктов, реагентов, поступивших из реакционной камеры 2.

Техническим результатом заявленного решения является разработка усовершенствованного устройства с кольцевым, фонтанирующим, вращающимся псевдоожиженным слоем, в котором имеется возможность управления такими параметрами фонтана как его размеры (в том числе высота), интенсивность, направление и скорость вращения фонтана вокруг его оси; возможность регулировки тангенциальных, радиальных и вертикальных (осевых) скоростей движения фонтана в разных частях по его высоте; времени нахождения псевдоожиженных частиц в фонтане; интенсивность взаимодействия псевдоожиженных частиц между собой и с псевдоожижающими газами; а также возможность регулировки (управления) скоростью, интенсивностью обработки реагентов и временем обработки реагентов, находящихся вне фонтана, в том числе и выходящих из фонтана на его периферии и на внутренней поверхности реакционной камеры и движущихся в направлении низа фонтана (к его основанию).

Существо заявляемых устройства и способа поясняют фигуры с фиг. 1 по фиг. 15.

На фиг. 1 реакционная камера 2 устройства с вращающимся фонтанирующим кольцевым псевдоожиженным слоем имеет воронкообразную сужающуюся к низу форму. В центре реакционной камеры установлена труба 5, ось которой вертикальна и совпадает с осью реакционной камеры 2. Кольцеобразное поперечное сечение реакционной камеры в любом сечении по высоте камеры имеет наружную границу в виде правильного многоугольника. Внутренняя граница имеет форму окружности. Такая форма поперечного сечения обусловлена тем, что внутреннее пространство реакционной камеры сформировано как совокупность поставленных друг на друга многогранников в виде правильных призм 4, правильных усеченных пирамид 4а, чередующихся в произвольном порядке.

При этом все усеченные пирамиды 4а в пределах сужающихся к низу участков реакционной камеры 2 направлены вершинами вниз. В пределах сужающихся к низу участков реакционной камеры 2 любые соседние призмы 4 и/или пирамиды 4а, имеющие общую плоскость основания, характеризуются тем, что сторона основания верхнего многогранника не меньше стороны основания нижнего (соседнего) многогранника. В пределах расширяющихся книзу участков реакционной камеры 2 соседние призмы 4 и/или пирамиды 4а имеют очевидные противоположные геометрические характеристики, описанные в данном абзаце.

Все многогранники соосны. Их общая ось является осью реакционной камеры 2. Соседние призмы 4 (пирамиды 4а) могут быть повернуты друг относительно друга вокруг их общей оси. Величина относительного угла поворота определяется параметрами технологического процесса, свойствами исходных материалов и продуктов реакции и может лежать в диапазоне от 0 до 90°. Многоугольники оснований многогранников могут иметь различное количество сторон, но не менее трех. Верхняя граница числа сторон многоугольников основания ограничена только сложностью конструктивного исполнения и представляется равной тридцати двум. Предпочтительным количеством сторон многоугольника основания является от четырех до шестнадцати. Количество сторон правильных многоугольников, лежащих в основании многогранников, может быть различным для соседних многогранников. Предлагаемая конфигурация реакционной камеры 2 позволяет создать на ее внутренней поверхности 3 ступенчатую структуру, способствующую увеличению скорости и степени обработки материалов в устройстве. Происходит это потому, что крупные неконденсированные частицы обрабатываемых материалов, двигаясь вниз вблизи внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2, могут задерживаться (оседать) на ступенях 13 внутренней поверхности 3. Находясь на ступени, крупная частица подвергается воздействию дополнительного газового потока, подаваемого из каналов 9 вдоль ступеней 13. Под действием этого потока частица движется (и дополнительно обрабатывается) вдоль ступени до ее границы. После чего скатывается на

ближайшую нижнюю ступень 13 попадает в газовый поток, подаваемый вдоль этой ступени 13 из ее канала 9. Процесс повторяется до достижения частицей состояния достаточного измельчения и/или степени переработки, при которых она может быть вынесена из реакционной камеры 2 через трубу 5.

Реакционная камера 2 устройства не имеет соплового днища, что упрощает и удешевляет конструкцию устройства. Газовые потоки подаются в реакционную камеру 2 по каналам 9, проходящим через корпус 3а реакционной камеры 2 снаружи внутрь. Каналы 9 выполнены таким образом, что подающийся по каналу 9 газ поступает в реакционную камеру 2 в районе бокового ребра одной из призм 4 (пирамид 4а) (максимально близко к нему) и вектор скорости входящего потока газа параллелен одной из боковых граней (образующих это ребро) многогранника. Таким образом, обеспечивается подача газов в реакционную камеру 2 по касательной к боковой поверхности (боковым граням) многогранников (образующих реакционную камеру 2) в точке ввода соответствующего газового потока, что обеспечивает циркуляцию (вращение) газовых потоков вокруг оси камеры 2 (трубы 5). Каждый многогранник 4 (4а) может иметь свои каналы 9 подачи газа. Эти каналы 9 подачи газа могут быть расположены вблизи каждого бокового ребра многогранника 4 (4а). Поскольку боковые ребра многогранников 4 или 4а образуются как результат пересечения двух боковых граней, постольку вблизи каждого бокового ребра многогранника 4 или 4а могут быть расположены выходы двух каналов 9 (по одному каналу на каждой боковой грани). При этом по одному каналу 9 газ подается параллельно одной боковой грани ребра, а по другому каналу 9 - параллельно второй боковой грани этого же ребра.

Конструкция устройства позволяет подавать газы в реакционную камеру 2 через каналы 9 независимым образом (разные по составу, температуре и скорости подачи) не только на разных слоях 15 (уровнях, этажах) реакционной камеры 2, но и в пределах каждого слоя 15. Независимая подача обеспечивается наличием вертикальных и горизонтальных мембран 12 в пространстве между кожухом 1 и корпусом 3а реакционной камеры 2 и газоходов 10.

Предлагаемая конструкция реакционной камеры 2 позволяет создавать в реакционной камере 2 регулируемый торообразный фонтанирующий псевдооживленный слой, в котором можно регулировать скорость вращения частиц обрабатываемого материала как в горизонтальной плоскости, так и в вертикальной, а также проводить обработку материалов различными газами, подавая их в различные каналы 9 независимо в соответствии с расположением мембран 12 и газоходов 10. Мембраны 12 могут располагаться таким образом, что объединяют каналы 9 соседних слоев 15 (двух и более) в группы. Для объединения в группы каналы 9 не соседних слоев могут быть использованы известным образом внешние газоходы 10.

Подача обрабатываемых материалов в устройство может осуществляться через загрузочные каналы крышки 7, или через часть каналов 9 известными способами, например шнековая подача, пневмотранспорт и т.д.

Вывод отработанных газов и продуктов обработки осуществляется через трубу 5 с окнами 6, расположенными предпочтительно в верхней части трубы 5. В случае прохода трубы 5 через крышку 7 и дно 17 реакционной камеры 2 направление вывода газов и продуктов обработки может быть как вниз, так и вверх по трубе 5. Возможен вывод и в обе стороны - вверх и вниз. В случае вывода газов и продуктов обработки вверх или вниз (через один срез, торец) трубы 5, второй срез (торец) трубы 5 возможно использовать для подачи дополнительных реагентов и/или материалов в трубу 5 с целью проведения дополнительных стадий обработки в трубе 5 и следующем за ней трубном пространстве. Такая дополнительная обработка возможна путем подачи дополнительных веществ (сорбентов, катализаторов, газов для закалки и т.п.) через свободный (не используемый для вывода отработанных газов и продуктов обработки) срез (торец) трубы 5. Упомянутые дополнительные вещества могут подаваться в свободный торец (срез) трубы 5 известными способами (пневмотранспортом, форсунками, шнеками и т.д.).

Еще один недостаток известных реакторов с псевдооживленным слоем (особенно, с фонтанирующим) состоит в том, что внутри псевдооживленных слоев может иметь место опадание (оседание) агломератов твердотельной фазы, главным образом вдоль стенок. Падение агломератов твердотельной фазы в нижнюю часть реакционной камеры 2 может приводить к значительным нарушениям работы установки, проявляющимся, в частности, в неравномерности (скачках) скоростей и давлений внутри реакционной камеры 2. Особенно негативно образование агломератов сказывается при работе устройства на нагрузках меньше 70-80% от максимальной.

В преодолении этого недостатка состоит еще одна цель предлагаемого изобретения.

Действительно, агломераты конденсированных фаз, образовываясь в верхних слоях реакционной камеры 2, под действием центробежных сил движутся к ее стенкам. Вблизи стенок реакционной камеры 2 агломераты, двигаясь вниз, ударяются о ступени 13. Получают от них импульс в вертикальном направлении. Величина импульса в вертикальном направлении будет тем больше, чем больше высота падения агломератов со ступени на ступень. Следовательно, высота ступени является параметром, определяющим вертикальную составляющую скорости удара агломерата о нижележащую ступень после его срыва с вышележащей ступени. Таким образом, от действия вертикальных импульсов (ударов) агломераты распадаются и измельчаются. Дополнительно измельчению агломератов способствует и круговое их движение вокруг трубы 5 вблизи внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2. Поскольку при таком круговом движении агломераты под действием центробежных сил ударяются о ступени 13, получая от

них импульс в горизонтальной плоскости. Таким образом, испытывая совокупность ударов в горизонтальной и вертикальном направлении, агломераты измельчаются. Такое измельчение стабилизирует работу устройства в широком диапазоне изменения нагрузок.

Устройствам с псевдооживленным слоем свойственен еще один недостаток - неустойчивость работы при резком изменении нагрузок на устройство и трудность запуска после внезапной остановки процесса, вызванной внезапной остановкой подачи псевдооживляющего газа. В частности, при резком уменьшении или полной остановке подачи псевдооживляющего газа конденсированные фазы могут полностью осесть на сопловом днище, перекрыв подачу псевдооживляющего газа в реакционную камеру 2. В этом случае требуется повторный запуск устройства. Предпочтительно осуществлять этот запуск плавно. При начальном запуске такую плавность достигают, постепенно увеличивая подачу псевдооживляющего газа и конденсированных материалов. Однако при повторном пуске (после внезапной остановки) этого сделать не удастся, поскольку на сопловом днище может иметься значительное количество материала конденсированных фаз. В результате этого повторный пуск (после внезапной остановки) устройства затруднен и требует специальных технологических операций, например частичной выгрузки реагентов и/или материалов с соплового днища, или значительного начального импульса псевдооживляющего газа. Все эти операции усложняют оборудование, удорожают его, снижают его ресурс и, в конечном счете, ухудшают экономические показатели.

Ступенчатая структура внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2 способствует устранению этого недостатка, поскольку при резком снижении или полной остановке подачи псевдооживляющего газа материалы конденсированных фаз в большой степени оседают на горизонтальных участках ступеней 13 внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2. Таким образом, на дно 17 реакционной камеры 2 оседает лишь незначительная часть материалов конденсированных фаз тороидального фонтана. По этой причине повторный запуск устройства или перевод его на большую производительность может быть произведен более плавно и с меньшим расходом и напором псевдооживляющего газа. Для более полного использования этого преимущества предлагаемого изобретения проектирование ступенчатой структуры внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2 следует выполнять, обеспечивая достаточную для размещения определенной части материалов конденсируемых фаз суммарную площадь горизонтальных участков ступеней 13. Достаточная величина этой площади определяется не только такими свойствами материалов конденсированных фаз (реагентов и продуктов обработки) как угол естественного откоса, насыпная плотность и других, но также и параметрами (например, температурами, скоростями газовых потоков, количеством материалов конденсированных фаз в реакционной камере 2 и др.) технологического процесса, происходящего в реакционной камере 2. Такое разнообразие и количество параметров является причиной, по которой подбор суммарной площади горизонтальных участков пластин 13, а также распределение этих площадей по формирующим слоям 15 реакционной камеры 2 целесообразно проводить эмпирически.

Облегчать запуск устройства и подъем в тороидальный фонтан наиболее тяжелых частиц со дна устройства помогают трамплины 16, установленные вокруг трубы 5 на дне 17 реакционной камеры 2. Трамплины 16 спроектированы таким образом, что тяжелые частицы разгоняются по одному из трамплинов 16 потоком псевдооживляющего газа, поступающего из одного из каналов 9 нижнего (ближайшего к дну) формирующего слоя 15, направляющим поток псевдооживляющего газа вдоль соответствующего трамплина. Разогнавшись на трамплине 16 и переместившись по нему вверх, тяжелые частицы срываются с него в районе струи псевдооживляющих газов из следующего по потоку канала 9 и попадают, таким образом, в восходящий поток псевдооживляющего фонтана. Этот восходящий поток образуется из тангенциальных входных потоков ввиду наличия дна 17 реакционной камеры 2 и верхнего расположения выходных отверстий 6 трубы 5 отвода газов из реакционной камеры 2.

Фигуры, приведенные в данном описании, выполнены схематично с целью улучшения понимания сути предлагаемого изобретения. Они могут иметь некоторые изобразительные элементы, упрощающие понимание устройства и его составных частей, но недопустимые в конструкторской документации, выполняемой с соблюдением соответствующих нормативных документов. Очевидно, что условность этих изобразительных элементов безусловно понятна специалистам, работающим в области техники, к которой относится заявляемое изобретение.

Термины и определения, используемые в предлагаемом изобретении

Плоскость основания многогранника есть плоскость, в которой расположен многоугольник основания многогранника.

Основание многогранника есть часть плоскости основания, ограниченная многоугольником основания.

Призма есть многогранник, две грани которого являются конгруэнтными (равными) многоугольниками, лежащими в параллельных плоскостях, а остальные грани являются параллелограммами, имеющими общие стороны с основаниями. Эти параллелограммы называются боковыми гранями призмы, а оставшиеся два многоугольника называются ее основаниями. Стороны параллелограммов, не совпадающие со сторонами многоугольников оснований, называют боковыми ребрами.

Прямая призма есть призма, у которой боковые ребра перпендикулярны плоскости основания. Пра-

вильная призма есть прямая призма, основанием которой является правильный многоугольник. Боковые грани правильной призмы есть равные прямоугольники.

Пирамида есть многогранник, основание которого представляет собой многоугольник, а остальные грани (называемые боковыми) являются треугольниками с общей вершиной. Стороны треугольников, лежащие напротив вершины, совпадают со сторонами основания пирамиды.

Высота пирамиды - это перпендикуляр, опущенный из вершины на плоскость основания.

Пирамида называется правильной, если ее основание есть правильный многоугольник, а высота проходит через центр основания. Все боковые грани пирамиды в этом случае есть равнобедренные треугольники.

Усеченная пирамида - пирамида, верхняя часть которой (часть вместе с вершиной) отрезана (удалена) плоскостью, параллельной плоскости основания.

Ступень - выступ на наклонной (имеющей наклон к вертикали) поверхности, имеющий близкий к горизонтальному и близкий к вертикальному участки поверхности.

Ступенчатая структура - совокупность выступов (ступеней) различной конфигурации, расположенных в определенном (регулярном) порядке на поверхности, имеющей наклон к вертикали (на наклонной поверхности).

Ярус (этаж, слой) ступеней - совокупность ступеней, расположенных на одном горизонтальном уровне (этаже).

Формирующий слой - часть корпуса реакционной камеры, расположенная между плоскостями оснований одной призмы или одной пирамиды (одного многогранника) реакционной камеры.

Нижеследующие термины и определения вводятся для использования преимущественно в формуле изобретения и используются в формуле изобретения исключительно для придания ей краткости и упрощения понимания ее структуры. Эти термины и определения используются и в тексте описания в целом, наряду с другими синонимичными терминами, если такое использование помогает лучше описать особенности предлагаемого изобретения. Синонимы, используемые в тексте, общепотребительны в области техники, охватываемой предлагаемым изобретением, и очевидны для специалистов в этой области техники.

Реагенты - вещества в твердом, жидком или газообразном состоянии, подаваемые в устройство с целью их дальнейшей обработки и получения в результате обработки продуктов обработки.

Материалы - вещества в твердом, жидком или газообразном состоянии (например, катализаторы, сорбенты, инертные наполнители и т.п.), подаваемые в устройство с целью обеспечения требуемых параметров процесса обработки, проводимого в устройстве.

Продукты обработки - вещества в твердом, жидком или газообразном состоянии, выгружаемые из устройства после проведения обработки реагентов. В основном продукты обработки включают в себя результаты обработки реагентов, не обработанные остатки реагентов и использованные материалы.

Псевдоожижающие газы - вещества в газообразной форме, подаваемые в реакционную камеру 2 по каналам 9 и предназначенные для создания в реакционной камере 2 псевдоожиженного фонтанирующего вращающегося слоя кольцевой формы из находящихся в твердом и/или жидком состоянии реагентов и материалов (при наличии материалов) и/или для создания необходимого по скорости, и/или расходу, и/или направлению потока газов на ступени 13. Псевдоожижающие газы могут быть газом одного вида или смесью газов. В состав псевдоожижающих газов в виде смеси газов могут входить реагенты и материалы в газообразной форме.

Обработка - термин, обозначающий любые технологические процессы, которые могут быть проведены в устройстве с целью получения из реагентов продуктов обработки.

Остальные термины и определения являются общепотребительными в рассматриваемой области техники и поясняются в тексте описания и на фигурах.

Список обозначений на фигурах:

1 - кожух устройства;

2 - реакционная камера;

3 - внутренняя (имеющая ступенчатую структуру) поверхность реакционной камеры 2, по этой причине может называться "ступенчатой поверхностью", на ней происходит дополнительная (помимо обработки в фонтане) обработка реагентов;

3а - корпус реакционной камеры 2;

4 - правильная призма;

4а - правильная усеченная пирамида, совместно с правильной пирамидой 4 называются правильными многогранниками;

5 - конструкция, частично расположенная внутри реакционной камеры 2 и имеющая в пределах реакционной камеры 2 форму в виде тела вращения (с вертикальной осью) или близкую к телу вращения форму; в дальнейшем для простоты эта конструкция называется трубой, часть этой конструкции, расположенная внутри реакционной камеры 2, соосна с реакционной камерой 2;

6 - отверстие в трубе 5; если труба 5 не проходит через крышку 7 устройства, то отверстие 6 представляет собой верхний (расположенный внутри реакционной камеры 2) торец трубы 5;

- 7 - крышка устройства;
- 8 - загрузочные каналы, на рисунках показаны закрытыми крышками;
- 8а - крышка доступа к каналам 9 подвода газов в реакционную камеру 2;
- 9 - каналы подвода газов в реакционную камеру 2;
- 10 - газоходы подачи газов в устройство;
- 11 - опорная конструкция устройства 1;
- 12 - разделительные мембраны, могут быть как горизонтальными, так и вертикальными;
- 13 - ступень внутренней поверхности реакционной камеры 2;
- 14 - пережим в реакционной камере 2;
- 15 - формирующий слой корпуса 3а реакционной камеры 2;
- 16 - трамплин на дне реакционной камеры 2;
- 17 - дно реакционной камеры 2;
- 18 - вертикальный выходной патрубков трубы 5, обеспечивающий выход части продуктов вниз из реакционной камеры 2 через внутренний циклон;
- 19 - наклонный патрубок трубы 5, обеспечивающий выход части продуктов вниз (через отверстие в дне 17 реакционной камеры 2) из реакционной камеры 2 непосредственно.

На фиг. 1 и 1а схематично в аксонометрии с разрезом показан один из вариантов осуществления устройства с вращающимся фонтанирующим кольцевым кипящим (псевдооживленным) слоем и центральной трубой 5, проходящей через верх и низ (дно 17) устройства и имеющей окна 6, а также разрез этого устройства (без опорной конструкции) вертикальной плоскостью, проходящей через ось реакционной камеры 2.

На фиг. 2 схематично показан другой вариант осуществления устройства с центральной трубой 5, верхний срез которой расположен внутри камеры и не доходит до верха (до крышки 7) устройства. Верхний срез трубы 5 в этом случае является окном 6.

На фиг. 3 и 3а схематично показаны для примера два варианта осуществления корпуса 3а реакционной камеры 2 с различными образующими, обеспечивающими формирование реакционной камеры 2 требуемой конфигурации и ступенчатой структуры на внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2.

На фиг. 4, 5 схематично показаны варианты вида сверху реакционной камеры, у которой все сечения вертикальной плоскостью являются правильными восьмиугольниками. Варианты осуществления на фиг. 4 и 5 отличаются исполнением дна реакционной камеры. На фиг. 4 дно 17 реакционной камеры 2 оборудовано трамплинами 16, а на фиг. 5 дно 17 трамплинов не имеет.

На фиг. 6 схематично изображена реакционная камера 2, все поперечные сечения которой горизонтальной плоскостью есть правильные шестиугольники. При этом для любых двух соседних многогранников (имеющих общую плоскость основания) верхний многоугольник основания нижнего многогранника вписан в многоугольник нижнего основания верхнего многогранника.

На фиг. 7 схематично в аксонометрии показаны нижний формирующий слой 15 корпуса устройства с выполненными в нем каналами 9, а также основание устройства (дно) 17, оборудованное трамплинами 16.

На фиг. 8 схематично в аксонометрии показан один из вариантов осуществления устройства, все поперечные сечения (горизонтальными плоскостями) реакционной камеры 2 которого - квадраты.

На фиг. 9 схематично в аксонометрии показан нижний формирующий слой 15 (с каналами подвода газов 9), с помощью которого сформирована нижняя призма (в виде прямоугольного параллелепипеда) реакционной камеры 2, изображенной на фиг. 8. Основание (дно 17) реакционной камеры 2 выполнено двухслойным и оборудовано трамплинами 16.

На фиг. 10 схематично в аксонометрии показана только реакционная камера 2 с поверхностью ступенчатой структуры 3 для устройства, изображенного на фиг. 8.

На фиг. 11 схематично изображено сечение горизонтальной плоскостью одного из осуществлений устройства, в формирующих слоях 15 которого выполнены две различные системы (группы) газоходов 9, обеспечивающие изменение направления вращения псевдооживленного фонтана вокруг оси реакционной камеры 2 на противоположное. Здесь же показаны распределительные мембраны 12, с помощью которых (при наличии газоходов 10, не показанных на фиг. 11) осуществляется подача газов в различные группы каналов 9.

На фиг. 12 схематично изображен фрагмент одного из осуществлений устройства, включающий в себя часть корпуса с формирующими слоями 15, обеспечивающими формирование реакционной камеры 2 заданной конфигурации, а также часть кожуха устройства 1 и некоторые разделительные горизонтальные мембраны 12. Здесь также стрелками условно показаны газоходы подачи газов 10, обеспечивающие возможность подачи газов раздельно в требуемые слои 15 (на определенном горизонтальном уровне) реакционной камеры 2. Здесь же показаны ступени 13 реакционной камеры 2 и примеры формирующих слоев 15, обеспечивающих формирование различных горизонтальных слоев реакционной камеры 2 в виде правильных призм 4 (правильных пирамид 4а). Правильные призмы 4 и пирамиды 4а совместно называются правильными многогранниками.

На фиг. 13 и 13а схематично в аксонометрии с разрезом показан один из вариантов осуществления устройства с вращающимся фонтанирующим кольцевым кипящим (псевдооживленным) слоем и цен-

тральной трубой 5, имеющей форму внутреннего циклона и проходящей через верх (крышку 7) и низ (дно 17) устройства. Таким образом, труба 5 в этом примере осуществления выполняет две функции - отвода продуктов обработки из устройства и дополнительной сепарации газообразных и конденсированных фаз с отводом конденсированных фаз через дно 17 устройства и отработанных газов и газообразных продуктов через крышку 7 устройства. Труба 5 в этом примере является внутренним циклоном.

На фиг. 14 схематично изображен один из вариантов реализации устройства с центральной трубой 5, выполняющей более сложные функции сепарации, чем в примере на фиг 13 и 13а. Труба 5 имеет два выходных патрубка, один вертикальный, второй наклонный. Вертикальный патрубок 18 трубы 5 обеспечивает выход части продуктов вниз из реакционной камеры 2 через внутренний циклон. Наклонный патрубок 19 трубы 5 обеспечивает выход части продуктов вниз (через дно 17) из реакционной камеры 2 непосредственно. Из этого рисунка видно, что труба 5 может иметь различную форму в зависимости от выполняемых ею функций. Однако в пределах реакционной камеры 2 форма трубы предпочтительно должна иметь форму тела вращения или близкую к телу вращения форму. Вне пределов реакционной камеры 2 форма трубы 5 может быть произвольной.

На фиг. 14а схематично изображена труба 5 отдельно от устройства, изображенного на фиг. 14. Показано, что труба 5 имеет в пределах реакционной камеры 2 форму, близкую к телу вращения. Части конструкции трубы 5 вне пределов реакционной камеры 2 имеют форму, существенно отличающуюся от формы тела вращения.

На фиг. 15 схематично изображена реакционная камера 2 с пережимом 14, делящим камеру 2 на верхнюю и нижнюю части. Только верхняя часть реакционной камеры 2 имеет воронкообразную форму. Нижняя часть (ниже пережима 14) имеет форму камеры, в которой можно проводить дополнительную обработку реагентов (например, сушку, измельчение, газификацию и другое).

Дальнейшее подробное описание предлагаемого изобретения будет основываться на примерах его предпочтительной реализации со ссылкой на прилагаемые чертежи (фигуры). Все примеры реализации, варианты технических решений в целом или их части, приведенные в настоящем описании, могут использоваться в любой непротиворечивой комбинации без каких-либо ограничений, если даже это не приведено в настоящем описании, но очевидно для специалистов в данной области техники.

Как можно видеть на фиг. 1 или фиг. 1а, реакционная камера 2 устройства с вращающимся фонтанирующим кольцевым псевдооживленным слоем имеет воронкообразную сужающуюся к низу форму. Поскольку внутренняя поверхность 3 реакционной камеры 2 имеет ступенчатую структуру, постольку можно говорить, что ступенчатая структура образована на поверхности определенной формы. Эта поверхность, на которой выполнена ступенчатая структура, может быть любой поверхностью вращения с вертикальной осью, например поверхностью параболоида, гиперболоида, эллипсоида или другой поверхностью, описываемой или не описываемой с помощью определенной математической формулы. Таким образом, говоря о внутренней поверхности 3 как о поверхности вращения, на которой образована ступенчатая структура, можно говорить и о задании образующей этой поверхности (лежащей в одной плоскости со своей осью - осью реакционной камеры 2). Эта образующая может быть любой плоской линией. Пример ступенчатой структуры 3 на поверхности с криволинейной образующей приведен на фиг. 3а. По высоте реакционной камеры 2 эта поверхность, на которой выполнена ступенчатая структура, может состоять из нескольких чередующихся участков, например, конической, параболической, цилиндрической и другой формы. На фиг. 15, например, приведена иная форма образующей, трудно описываемой математической формулой. На фиг. 15 верхняя часть реакционной камеры 2 имеет воронкообразную форму, сужающуюся книзу. Эта часть заканчивается так называемым пережимом 14, ниже которого реакционная камера 2 вновь расширяется. Это расширение может продолжаться до дна 17 (на фиг. 15 не показано), и в этом случае можно говорить о форме реакционной камеры в виде песочных часов. Или, как это показано на фиг. 15, реакционная камера 2 может иметь форму, расширяющуюся (увеличивающуюся в "диаметре") после пережима и затем вновь сужающуюся (уменьшающуюся в "диаметре") при приближении к дну 17. Такую форму реакционной камеры условно можно назвать кувшинообразной. Таким образом, реакционная камера 2 может иметь воронкообразную форму только на части высоты (предпочтительно, в верхней части).

Касательная к образующей поверхности вращения, на которой образована ступенчатая структура, может иметь различный угол наклона к вертикали (к оси реакционной камеры 2). Предпочтительная величина этого угла лежит в пределах от 0 до 60° и выбирается исходя из технологических и конструктивных соображений. Очевидно, что угол наклона касательной к вертикали может быть различным для различных точек образующей упомянутой поверхности вращения.

При таком техническом решении обеспечивается создание условий для более стабильной работы в широком диапазоне нагрузок, поскольку придание ступенчатой поверхности 3 воронкообразной формы позволяет регулируемо уменьшать массу обрабатываемого материала во вращающемся тороидальном фонтане при резком уменьшении газового потока через реакционную камеру 2. А именно, при уменьшении нагрузки на устройство (уменьшении расхода газового потока через реакционную камеру 2) часть псевдооживленных частиц, находившаяся во вращающемся фонтане, стремится выпасть из него (становится "избыточной" с точки зрения возможности вращающегося фонтана удержать в себе определенное

количество частиц в псевдооживленном состоянии). При этом происходит оседание "избыточных" псевдооживленных частиц на ступенчатой поверхности 3. Оседание "избыточных" частиц на ступенях 13 поверхности 3 происходит неравномерно. Эта неравномерность происходит не только вследствие наличия различных по величине центробежных сил во вращающемся тороидальном фонтане на разных его уровнях по высоте, но и вследствие определенной формы образующей поверхности 3. Так, если угол между вертикальной осью реакционной камеры 2 и касательной к образующей поверхности 3 в верхней части образующей больше, чем в нижней, то большая часть "избыточного" материала осядет на верхних ступенях 13 поверхности 3. При этом каналы 9 у верхних ступеней 13 могут оказаться перекрытыми слоем выпавшего на верхние ступени "избыточного" материала. Каналы 9 у нижних ступеней 13 в этом случае будут перекрыты существенно меньше или вообще открыты. Такое состояние различной открытости каналов 9 позволяет плавно вернуться к прежней (более высокой) нагрузке на устройство, увеличивая подачу газов сперва в нижние (более открытые) каналы 9, постепенно вовлекая во вращающийся псевдооживленный фонтан "избыточный" материал с более верхних ступеней 13. По мере вовлечения "избыточного" материала с более верхних ступеней 13 в фонтан освобождаются каналы 9 этих ступеней. Становится возможным плавная подача псевдооживляющих газов и через эти (ранее перекрытые "избыточным" материалом) каналы 9. Таким образом, возможно постепенно (без сложных переходных процессов с перерегулированием) восстановить прежнюю нагрузку на устройство после внезапного ее изменения в сторону уменьшения.

Такой плавный переход к меньшим нагрузкам и возврат к исходным был затруднен на предшествующем уровне техники.

Очевидно, что меняя форму образующей поверхности 3 (например, изменяя знак ее кривизны), можно добиваться требуемого (по условиям обработки) размещения "избыточных" псевдооживленных частиц на различных по высоте уровнях (ступенях 13) реакционной камеры 2. В соответствии с этим при изменении нагрузок на установку можно добиться требуемой плавности перехода от большей нагрузки к меньшей и наоборот.

Очевидно, что оседание "избыточных" псевдооживленных частиц на ступенях 13 уменьшает их количество, осевшее на дне 17, что также облегчает повторный возврат частиц, выпавших из фонтана на дно 17, снова в фонтан (при повторном запуске или увеличении нагрузки).

В центре реакционной камеры 2 установлена специальная конструкция (устройство) 5. Эта конструкция может иметь различное назначение. В зависимости от этого назначения может меняться и форма конструкции 5. В целом форма конструкции 5 может быть достаточно произвольна. Однако часть конструкции 5, расположенная в пределах реакционной камеры 2, предпочтительно должна иметь форму тела вращения или форму, близкую к телу вращения с осью, совпадающей с осью реакционной камеры 2. Очевидно, что такое требование к форме части конструкции 5, находящейся в пределах реакционной камеры 2, обусловлено соображениями сведения к минимуму сопротивления со стороны конструкции 5 движению псевдооживленного слоя вокруг конструкции 5 в реакционной камере 2.

Конструкция 5 может выполнять различные функции, однако основная (но не единственная) из них - это вывод из реакционной камеры 2 продуктов обработки и отработанных газов. По этой причине в дальнейшем конструкцию (устройство) 5 для краткости будем называть трубой.

Часть трубы 5, расположенная в пределах реакционной камеры 2, может иметь форму произвольной поверхности вращения, например параболоида, конуса, цилиндра, составленную из последовательности различных тел вращения и т.д., обеспечивающую совместно с формой внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2 необходимую форму внутреннего объема и форму поперечных сечений реакционной камеры 2. Таким образом, форма трубы 5 вместе с конфигурацией реакционной камеры 2 определяют форму и параметры псевдооживленного слоя (фонтана) в реакционной камере 2, в частности режимы скоростей газовых потоков в разных вертикальных сечениях реакционной камеры 2. Так, при уменьшении площади кольцевого поперечного сечения реакционной камеры 2 возрастают вертикальные составляющие скорости в псевдооживленном фонтане. Таким образом, форма образующей трубы 5 (определяющей форму части трубы 5, расположенной в пределах реакционной камеры 2) является параметром, определяющим движение псевдооживленного тороидального фонтана. По этой причине упомянутую форму образующей трубы 5 целесообразно проектировать совместно с формой реакционной камеры 2, исходя из требуемых параметров процесса обработки, свойств реагентов и/или материалов и других параметров работы устройства. В частности, может оказаться целесообразным S-образный (с кривизной разных знаков) профиль образующей трубы 5.

В зависимости от вида способа обработки, проводимого в устройстве, труба 5 может проходить через крышку 7 устройства, как это показано на фиг. 1 и 1а. Такая конструкция устройства позволяет использовать оба выхода (среза, торца) трубы 5 из реакционной камеры для проведения необходимых процессов обработки. В случае прохода трубы 5 через крышку 7 и дно 17 реакционной камеры 2 направление вывода газов и продуктов обработки может быть как вниз, так и вверх по трубе 5. Возможен вывод и в обе стороны - вверх и вниз. В случае вывода газов и продуктов обработки вверх или вниз (через один срез, торец) трубы 5, второй срез (торец) трубы 5 возможно использовать для проведения дополнительных стадий процесса обработки в трубе 5 и следующем за ней трубном пространстве. Такая дополни-

тельная обработка возможна путем подачи дополнительных веществ (сорбентов, катализаторов, газов для закалки и т.п.) через свободный (не используемый для вывода псевдоожижающих газов и продуктов обработки) срез (торец) трубы 5. Упомянутые дополнительные вещества могут подаваться в свободный торец (срез) трубы 5 известными способами (пневмотранспортом, форсунками, шнеками и т.д.).

Расположенную в пределах реакционной камеры 2 форму трубы 5 целесообразно выбирать не только из необходимости придания требуемой конфигурации реакционной камеры 2, но и из тех стадий процесса обработки, которые могут быть проведены во внутреннем пространстве трубы 5. Например, если внутреннее пространство трубы 5 используется для дополнительной сепарации, труба 5 может иметь конструкцию в виде соответствующего сепарирующего устройства. Например, таким устройством может быть циклон известной конструкции. Пример выполнения трубы 5 в виде внутреннего циклона приведен на фиг. 13.

Часть трубы 5, выполняющая дополнительную функцию внутреннего циклона, может полностью располагаться в реакционной камере 2. Очевидно, что в этом случае предпочтительно, чтобы все элементы конструкции циклона, формирующие его внешнюю поверхность, имели форму тел вращения. В этом случае циклон будет в минимальной степени препятствовать вращению тороидального псевдоожиженного фонтана вокруг циклона (оси реакционной камеры 2). Очевидно, что в нижней части внутреннего циклона должна быть труба (патрубок), проходящая через дно 17 реакционной камеры 2 и обеспечивающая выгрузку отсепарированного материала из нижней части циклона.

Если по каким-либо соображениям высота внутреннего циклона оказывается больше высоты реакционной камеры 2, то внутренний циклон может располагаться в реакционной камере 2 только частью своей высоты. Предпочтительно располагать в реакционной камере 2 верхнюю часть циклона, в которой и происходят основные процессы сепарации.

Очевидно, что входное устройство внутреннего циклона (являющееся в данном случае окнами 6 трубы 5) должно располагаться внутри реакционной камеры 2. Нижняя часть внутреннего циклона, в том числе и бункер для сбора отсепарированного материала, может быть вынесена вниз, за дно 17 реакционной камеры 2. Очевидно также, что выходное (по газу) устройство внутреннего циклона должно располагаться выше крышки 7 заявляемого устройства (вне пределов реакционной камеры 2).

Части трубы 5 (в том числе и выполненной в виде внутреннего циклона), выходящие за дно 17 реакционной камеры 2, могут иметь произвольную конфигурацию. Требование к форме этих частей трубы 5 (внешних по отношению к реакционной камере 2) в виде тел вращения не обязательно. Так на фиг. 14 и 14а представлена форма трубы 5, у которой часть (на фиг. 14 и 14а нижняя), расположенная вне реакционной камеры 2, существенно отличается от тела вращения.

Вывод отработанных псевдоожижающих газов и продуктов обработки осуществляется через окна 6 в трубу 5 и далее из трубы 5 в другие известные устройства, присоединенные к трубе 5. Выполнение трубы 5 в виде, например, внутреннего циклона, как это показано на фиг. 13 и 13а, позволяет провести в трубе 5 сепарацию газов от частиц конденсированных фаз. В этом случае отработанные газы отводятся через верхний выход (срез) трубы 5, а отсепарированные частицы оседают вниз и отводятся через нижний выход (срез) трубы 5 (в данном примере - внутреннего циклона). Более сложную форму имеет труба 5, изображенная на фиг. 14 и 14а. Такое осуществление трубы 5 позволяет расширить ее функциональные возможности, осуществляя сепарацию как в трубе 5, так и в пространстве реакционной камеры 2.

Очевидно, что в трубе 5 можно проводить и другие этапы (стадии) процесса обработки. Например, в трубе 5 можно проводить процессы сжигания или дожигания. В этом случае трубу 5 целесообразно изготовить в виде, например, циклонной топки известной конструкции. При таком решении дополнительный газ для сжигания (например, воздух, кислород или их смесь) подается через один срез трубы 5, а все продукты обработки выводятся через противоположный срез трубы 5. В данном примере трубу 5 вместо формы внутреннего циклона целесообразно изготовить в форме циклонной топки известной конструкции. При этом для такой топki целесообразно иметь форму фигуры вращения или близкую к ней, поскольку располагаться она будет внутри реакционной камеры 2 соосно с ней.

В случае проведения других этапов обработки в трубе 5, например дополнительной очистки отработанных газов или стабилизации продуктов обработки, дополнительные реагенты и/или материалы для обработки в газообразной форме или в форме конденсированных фаз (предпочтительно мелкодисперсных) могут подаваться через один из срезов трубы 5, а все полученные продукты обработки в любых фазах выводиться через противоположный срез трубы 5. В этом случае также целесообразно форму трубы 5 выполнять в виде соответствующих аппаратов для выбранного этапа обработки, проводимой в трубе 5. Очевидно, что части таких аппаратов, располагающиеся внутри реакционной камеры 2, предпочтительно оформлять в форме тел вращения или помещать в кожух в виде тела вращения или близкого к нему.

Использование центральной части реакционной камеры 2 для размещения трубы 5 целесообразно и по причине смещения конденсированных фаз во вращающемся фонтане от его центра к периферии вследствие наличия центробежных сил. Такое смещение в случае отсутствия трубы 5 приводит к большой неравномерности распределения газообразных и конденсированных фаз в фонтане. Конденсированные фазы преимущественно концентрируются вдали от оси вращения, а газы распределяются по всему объему реакционной камеры 2. Вследствие этого в приосевой области реакционной камеры 2 концентра-

ция конденсированных фаз в газе меньше, чем на периферии. В результате эффективность взаимодействия газообразных и конденсированных фаз уменьшается. Труба 5, соосная с реакционной камерой 2, занимает центральную область реакционной камеры 2 и оттесняет псевдоожигающие газы на периферию, в зону повышенной концентрации веществ в конденсированных фазах, что уменьшает неравномерность распределения и обеспечивает более эффективное взаимодействие газообразных и конденсированных фаз в устройстве.

При таком техническом решении, когда труба 5 имеет функции устройства для проведения дополнительных технологических операций и обеспечивает проведение этих дополнительных технологических операций, обеспечивается большая функциональность устройства, сокращается количество устройств в перерабатывающем комплексе, уменьшаются его размеры, что на предшествующем уровне техники было возможно только при использовании нескольких отдельных устройств.

Поперечное сечение реакционной камеры горизонтальной плоскостью в любом сечении по высоте реакционной камеры 2 (в пределах высоты трубы 5) имеет кольцеобразную форму с наружной границей в виде правильного многоугольника. Внутренняя граница может иметь как форму окружности, диаметром, равным наружному диаметру трубы 5 в соответствующем сечении, так и форму правильного многоугольника.

Такая форма поперечного сечения обусловлена тем, что внутреннее пространство реакционной камеры 2 сформировано как совокупность поставленных друг на друга многогранников в виде правильных призм 4 (правильных усеченных пирамид 4а), чередующихся в произвольном порядке. Например, как изображено на фиг. 12. Все правильные многогранники сосны с реакционной камерой 2.

По высоте реакционной камеры 2 имеется по крайней мере один участок с упорядоченной структурой многогранников.

Реакционная камера по высоте должна иметь по крайней мере один участок воронкообразной, сужающейся книзу формы.

В пределах воронкообразной, сужающейся книзу части реакционной камеры 2 упорядоченная структура многогранников образована таким образом, что для любых двух соседних многогранников в их общей плоскости основания радиус вписанной окружности многоугольника основания верхнего многогранника не меньше радиуса описанной окружности многоугольника основания нижнего многогранника. При этом в пределах воронкообразной, сужающейся книзу части реакционной камеры 2 все усеченные пирамиды 4а направлены вершинами вниз.

Упорядоченная структура многогранников может быть образована таким образом, что все правильные многогранники имеют в основании правильные многоугольники с одинаковым количеством сторон.

В случае если многоугольники оснований всех многогранников имеют одинаковое количество сторон, любые соседние призмы 4 (пирамиды 4а), имеющие общую плоскость основания, могут характеризоваться тем, что сторона основания верхнего многогранника не меньше стороны основания нижнего (соседнего) многогранника.

В случае если многоугольники оснований всех многогранников имеют одинаковое количество сторон, соответствующие стороны оснований этих многоугольников могут быть параллельны. Указанные стороны могут быть и не параллельны. В частности, каждый нижний многогранник может быть повернут вокруг оси реакционной камеры 2 относительно соседнего верхнего на некоторый угол от параллельного положения соответствующих сторон оснований. По крайней мере, на некотором участке высоты реакционной камеры 2 относительный поворот соседних многогранников может быть упорядочен таким образом, что поворот каждого нижнего многогранника по отношению к верхнему выполнен в одном направлении.

В случае если соседние призмы 4 (пирамиды 4а) повернуты друг относительно друга вокруг их общей оси, величина относительного угла поворота определяется параметрами процесса обработки, свойствами реагентов, и/или материалов (если они имеются), и/или продуктов обработки и может лежать в диапазоне от 0 до 90°.

Например, на фиг. 6 реакционная камера 2 сформирована как совокупность правильных призм 4, в основании которых лежат правильные шестигранники. Соседние призмы на фиг. 6 повернуты одна относительно другой на угол в 30°. На фиг. 4 и 5, например, реакционная камера 2 сформирована как совокупность правильных призм, в основании которых лежат правильные восьмигранники. Соседние призмы на фиг. 4 и 5 повернуты одна относительно другой на угол в 22,5° относительно оси реакционной камеры 2.

В качестве примера на фиг. 8 и 10 схематично изображена реакционная камера 2, внутренний объем которой сформирован как совокупность правильных призм, в основании которых лежат квадраты. Угол относительного поворота соседних призм на фиг. 8 и 10 равен 0 или 90°.

Повторно отметим, что угол относительного поворота многогранников из соседних слоев может принимать произвольное значение в диапазоне от 0 до 90°.

Частным случаем взаимного расположения соседних многогранников является случай, когда в общей плоскости основания двух соседних многогранников многоугольник основания одного многогранника вписан в многоугольник основания соседнего многогранника. В пределах воронкообразной, сужающейся к низу части реакционной камеры 2 вписанным будет многоугольник основания нижнего

многогранника. При этом соседние многогранники могут иметь в основании правильные многоугольники с разным количеством сторон.

Многоугольники оснований многогранников могут иметь различное количество сторон. Например, на фиг. 5 таких сторон восемь, на фиг. 6 их шесть, а на фиг. 8 их четыре. Очевидно, что минимальное количество сторон многоугольников основания не может быть менее трех. В пределах одной реакционной камеры 2 могут иметься участки в виде многогранников с разным количеством сторон многоугольников их оснований.

Верхняя граница числа сторон многоугольников оснований ограничена только сложностью конструктивного исполнения. Однако при слишком большом количестве сторон многоугольника основания его форма все больше приближаться к окружности. По этой причине сила ударов частиц, вращающихся в псевдооживленном тороидальном фонтане, о ступени 13 реакционной камеры 2 будет небольшой. Это обстоятельство может привести к более медленному и менее эффективному разрушению крупных частиц, их агломератов и конгломератов. Таким образом, при большом количестве сторон многоугольников оснований многогранников может быть потеряно одно из преимуществ предлагаемого изобретения - эффективное разрушение крупных частиц и их скоплений путем организации их периодических ударов о ступени 13 внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2. По этой причине целесообразным максимальным числом сторон многоугольников оснований многогранников представляется их количество, равное тридцати двум. Предпочтительным является количество сторон многоугольников оснований от четырех до шестнадцати. Очевидно, что если в процессе обработки нет опасности агломерации или она не велика, то внутренний объем реакционной камеры 2 по аналогии с правильными призмами и правильными усеченными пирамидами может быть сформирован в виде правильных цилиндров и/или усеченных конусов.

Количество сторон правильных многоугольников, лежащих в основании многогранников, может быть различным для соседних многогранников.

Предлагаемая конфигурация реакционной камеры 2 позволяет создать на ее внутренней поверхности 3 ступенчатую структуру, способствующую увеличенной скорости и степени обработки материалов в устройстве. Происходит это в том числе потому, что крупные твердые частицы обрабатываемых реагентов, двигаясь вниз вблизи внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2, могут задерживаться (оседать) на ступенях 13 внутренней поверхности 3. Находясь на ступени, крупная частица подвергается воздействию дополнительного газового потока, подаваемого из канала 9 вдоль ступеней 13. Под действием этого потока частица движется (и дополнительно обрабатывается в газовом потоке) вдоль ступени 13 до ее границы (края). После достижения края ступени 13 частица скатывается (падает и ударяется) на ближайшую нижнюю ступень 13 и попадает в газовый поток, подаваемый вдоль этой ступени 13 из ее канала 9. Процесс повторяется до достижения частицей состояния достаточного измельчения и/или степени обработки, при которых она может быть вынесена из реакционной камеры 2 через трубу 5. Исходя из описанного процесса обработки, частицы реагента на ступени 13, предпочтительно иметь устройство с таким количеством каналов, чтобы на каждый горизонтальный участок ступени 13 подавался газ не менее чем из одного канала 9.

При скатывании частицы с вышерасположенной ступени 13 на соседнюю нижнюю ступень 13 происходит удар частицы о горизонтальную поверхность ступени 13. Удар этот тем сильнее, чем больше высота ступени, с которой падает (скатывается, срыгается) частица. Чем сильнее сила удара частицы о ступень 13, тем быстрее она разбивается на более мелкие частицы и тем меньше размеры получившихся в результате удара осколков. В результате обработка материалов в устройстве происходит быстрее и эффективнее. По этой причине высоту ступеней целесообразно увеличивать. При этом нужно учитывать, что высота ступеней является параметром, определяющим и конфигурацию реакционной камеры 2. Таким образом, высота ступеней 9 определяет как размеры и форму реакционной камеры 2, так и интенсивность процесса обработки в реакционной камере 2 в целом и на ее ступенях 13 в том числе. В частности, управление интенсивностью процесса обработки в реакционной камере 2 можно осуществлять путем регулировки частоты ударов частицы о ступени и силы ударов о ступени. Такая регулировка зависит от количества ступеней и их высоты.

Вместе с тем, размеры каналов 9 на каждом формирующем слое целесообразно определять исходя из требуемых скоростей, расходов газовых потоков, проходящих через этот канал. Расположение каналов 9 предпочтительно выбирать таким образом, чтобы, кроме расположения оси канала 9 параллельно соответствующей боковой грани многогранника, поток газа из этого канала максимально был направлен и на горизонтальную поверхность ступени, вдоль которой направлен поток газа. По этой причине высота каналов 9 может быть меньше либо равной высоте формообразующего слоя 15, в котором выполнен канал 9. Сечение канала по его длине может менять форму и размеры, исходя из требуемых параметров подаваемых по каналу 9 газов (скорости, направления и интенсивности).

Такое техническое решение позволяет регулировать не только форму реакционной камеры 2, но и размеры и форму горизонтальных, вертикальных и наклонных поверхностей ступеней 13 внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2. Тем самым обеспечивается возможность регулирования как силы соударения частиц обрабатываемых реагентов между собой, так и о ступени 13, а также о частицы мате-

риалов, если таковые имеются. Имеется возможность и регулировать время нахождения этих частиц на ступенях 13, высоту падения частиц со ступени на ступень и, как следствие, регулировать интенсивность обработки материалов в устройстве. На предшествующем уровне техники возможности такого управления интенсивностью обработки материалов в устройствах с кольцевым вращающимся псевдоожиженным слоем были существенно меньше.

Реакционная камера 2 устройства не имеет соплового днища, что упрощает и удешевляет конструкцию устройства. Газовые потоки подаются в реакционную камеру 2 по каналам 9, проходящим через корпус 3а реакционной камеры 2 снаружи внутрь. Выходы каналов 9 распределены по высоте и периметру внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2. Таким образом, можно сказать, что конструкция и расположение каналов 9 позволяет подавать газы в реакционную камеру 2 точно с распределением этих точек подачи по высоте и периметру (вокруг) реакционной камеры 2.

Общее количество каналов 9, их распределение по высоте и периметру реакционной камеры 2 определяется параметрами тех процессов обработки, которые осуществляются в устройстве. Таким образом, подвод газов внутрь реакционной камеры 2 осуществляется только через боковую поверхность 3 корпуса реакционной камеры 2.

Дно 17 устройства свободно от элементов, обеспечивающих подачу газов внутрь реакционной камеры 2. Вместе с тем, на дне 17 реакционной камеры 2 могут располагаться специальные выступы 16 в виде трамплинов, назначение которых - поднимать частицы обрабатываемых реагентов и материалов, если таковые имеются, со дна 17 с помощью газовых потоков, поступающих в реакционную камеру 2 из нижних (ближайших к дну 17) каналов 9 и вовлекать эти частицы в тороидальный фонтан. Примеры реакционных камер 2 с трамплинами 16 приведены на фиг. 1а, 2, 4, 6, 7, 8, и 9. Трамплины 16 целесообразно располагать вокруг трубы 5 таким образом, чтобы на каждый трамплин осуществлялся выход газового потока из соответствующего канала 9. Причем направление газового потока на каждом трамплине должно быть направлено по возможности вдоль трамплина. Количество трамплинов 16 на дне 17 может быть больше, меньше или равным количеству каналов 9 в нижнем (ближайшем к дну 17) формирующем слое 15. Форма и размеры трамплина должна быть такими, чтобы обеспечивать эффективный подъем частиц обрабатываемого материала со дна 17 и эффективное измельчение наиболее крупных и тяжелых частиц путем периодических ударов их о поверхности трамплинов. Вместе с тем, форма трамплинов 16 должна быть такой, чтобы не перекрывала выходы каналов 9 в реакционную камеру 2. Оптимальным количеством трамплинов 16 на дне 17 будет их количество, равное количеству каналов 9 в нижнем (ближайшем к дну 17) формирующем слое 15.

Трамплины 16 можно рассматривать как ступени особой формы, выполненные на части внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2, а именно на дне 17.

Формирование внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2 происходит путем изготовления корпуса 3а устройства. Удобно изготавливать корпус 3а устройства послойно, в виде формообразующих слоев 15, как это показано на фиг. 3 и с фиг. 6 по 12.

Материал корпуса 3а зависит от параметров технологического процесса. В частности, при проведении высокотемпературных процессов внутри реакционной камеры 2 целесообразно корпус 3а изготавливать из термостойких материалов. Например, из термостойких сплавов или керамики. Различные формообразующие слои 15 могут выполняться из различных конструкционных материалов.

Удобно каналы 9 выполнять, совмещая их с формообразующими слоями 15. При этом формирование каналов 9 происходит совместно с изготовлением формирующего слоя. Размеры и форму каналов 9 целесообразно определять исходя из требуемой скорости истечения газов из каналов 9. При этом высота каналов 9 может быть меньше или равной высоте формообразующего слоя 15.

Каналы 9 целесообразно выполнять таким образом, чтобы подающийся по каналу 9 газ поступал в реакционную камеру 2 в районе бокового ребра одной из призм 4 и/или пирамид 4а (предпочтительно максимально близко к нему) и вектор скорости входящего потока газа был практически параллелен одной из боковых граней (образующих это ребро) многогранника. Таким образом направление вектора скорости газового потока в точке его ввода в реакционную камеру 2 предпочтительно обеспечивать максимально близким к направлению касательной к боковой поверхности реакционной камеры 2 в этой точке. Такое направление газового потока обеспечивает циркуляцию (вращение) газовых потоков вокруг оси камеры 2 (вокруг трубы 5).

Каждый многогранник 4 (4а) может иметь свои каналы 9 подачи газа. Эти каналы 9 подачи газа могут быть расположены вблизи каждого бокового ребра многогранника 4 или 4а. Поскольку боковые ребра многогранников 4 (4а) образуются как результат пересечения двух боковых граней, постольку вблизи каждого бокового ребра многогранника 4 (4а) могут быть расположены выходы одного или двух каналов 9 (по одному каналу на каждую боковую грань). Пример расположения двух каналов 9 вблизи каждого ребра многогранника показан на фиг. 11. При этом по одному каналу 9 газ подается параллельно одной боковой грани ребра, а по другому каналу 9 - параллельно второй боковой грани этого же ребра, как это показано на фиг. 11. При этом каждый канал 9 может иметь свои размеры и форму.

Очевидно, что объединение каналов 9 в группы с помощью мембран 12 и газоходов 10 позволяет (при наличии двух каналов 9 вблизи каждого ребра многогранника) организовать подачу газов в реакци-

онную камеру 2, обеспечивая вращение подаваемых газов вокруг оси реакционной камеры 2 (трубы 5) как в одном, так и в противоположном направлении. Таким образом, возможно осуществлять периодический реверс направления вращения всего тороидального фонтана вокруг оси реакционной камеры 2. Возможно также осуществлять дополнительную турбулизацию движения частиц обрабатываемых материалов, подавая газы через каналы 9 в некоторых формирующих слоях 15 противоположно направлению общего вращения тороидального фонтана в реакционной камере 2. Такая местная турбулизация вращающегося фонтана позволяет интенсифицировать процессы обработки в нем.

Таким образом (при наличии двух каналов 9 вблизи каждого ребра многогранника), подача газов в различных формирующих слоях 15 возможна в разных направлениях, обеспечивающих разное направление вращения вокруг оси реакционной камеры 2. Возможна подача газов одновременно в оба канала 9, расположенных вблизи одного (каждого) ребра. Таким образом, можно регулировать как скорость вращения подаваемого газа (а вместе с ним и обрабатываемых частиц) вокруг оси реакционной камеры 2 в пределах одного (каждого) формирующего слоя 15, так и общий расход газов вблизи одного (каждого) ребра. Причем скорость вращения и расход могут регулироваться независимо один от другого. Очевидно, что объединение каналов 9 в группы с помощью вертикальных и горизонтальных мембран 12 и газопроводов 10 позволяет регулировать как скорость (и направление) вращения, так и вертикальные скорости движения частиц на различных уровнях по высоте псевдооживленного фонтана.

Очевидно также, что наличие двух каналов 9 вблизи одного (каждого) ребра 9 и обеспечение независимой регулируемой подачи газов в каждый из двух каналов 9, расположенных у одного и того же ребра, обеспечивает большую вариативность (возможность) в регулировании вертикальных скоростей и скоростей вращения частиц обрабатываемых материалов вокруг оси реакционной камеры 2 по сравнению с осуществлением заявляемого устройства с одним каналом 9 вблизи одного (каждого) ребра.

Наличие мембран 12, газопроводов 10 и каналов 9 (один или два у каждого ребра) и управление подачей газов изолированно в каждый канал 9 или объединение их в группы подачи (с помощью мембран 12 и газопроводов 10) позволяет добиться требуемых для эффективного проведения процессов обработки параметров движения тороидального псевдооживленного фонтана и псевдооживленных частиц как в фонтане, так и на ступенях 13.

Например, подавая псевдооживляющие газы в реакционную камеру 2 таким образом, что на каждом формирующем слое 15 направление подачи этих газов обеспечивает их одинаковое вращение вокруг оси реакционной камеры 2, можно добиться максимальной скорости вращения псевдооживленного фонтана вокруг оси реакционной камеры 2. Очевидно, что и центробежные силы, действующие на псевдооживленные частицы, будут в этом случае максимальны. Соответственно наиболее крупные одиночные частицы или агломераты и конгломераты частиц будут более интенсивно отбрасываться к периферии, ударяться о поверхности ступеней 13 и более интенсивно измельчаться.

В другом примере, когда газы подаются в реакционную камеру 2 через каналы 9 в разных направлениях (с точки зрения их вращения вокруг оси реакционной камеры 2), возможно создание псевдооживленного вращающегося тороидального фонтана с минимальной скоростью вращения вокруг оси реакционной камеры 2. В этом случае сепарация обрабатываемых частиц с помощью центробежных сил будет минимальной.

На предшествующем уровне техники возможности такого управления режимами движения (скоростями и расходом газов на разных уровнях по высоте) тороидального вращающегося фонтана в устройствах с кольцевым вращающимся псевдооживленным слоем были существенно меньше.

Очевидно, что количество каналов 9 вблизи каждого ребра может быть различным (от нуля до двух).

Конструкция устройства позволяет подавать газы в реакционную камеру 2 через каналы 9 независимым образом (разные по составу, температуре, скорости подачи, расходу газа) не только на разных формирующих слоях 15 (уровнях, этажах) реакционной камеры 2, но и в пределах каждого формирующего слоя 15. Независимая подача газов в каналы 9 может быть обеспечена, например, с помощью вертикальных и горизонтальных мембран 12 в пространстве между кожухом 1 и корпусом 3а реакционной камеры 2 в совокупности с газопроводами 10, как это схематично изображено на фиг. 11, 12 и 1а.

Конструкция каждого индивидуального канала 9 может быть такой, что по нему могут подаваться сразу несколько разных газовых потоков, необходимых для технологического процесса. Например, топливо и окислитель. В этом случае канал 9 может иметь известную конструкцию в виде, например, коаксиальных труб или одной трубы, разделенной на отдельные каналы продольными вертикальными и/или горизонтальными перегородками. Очевидно, что подвод газов в этом случае должен проводиться по индивидуальным каналам (аналогичным газопроводам 10) в пределах общего канала 9 известными устройствами и способами.

Предлагаемая конструкция реакционной камеры 2 позволяет создавать в реакционной камере 2 регулируемый торообразный псевдооживленный слой, в котором можно регулировать скорость движения (вращения) псевдооживленных частиц как в горизонтальной плоскости, так и в вертикальной, а также проводить обработку реагентов различными газами, подавая их в различные каналы 9 (или в группы каналов 9) независимо, обеспечив для этого необходимые количество и расположение мембран 12 и газопроводов 10.

Изменяя подачу газов в каналы 9 верхних формирующих слоев 15, можно изменять скорость циркуляции (скорость вращения в горизонтальной плоскости) псевдооживленных частиц вокруг оси реакционной камеры 2 (трубы 5). При этом вертикальные составляющие скорости движения псевдооживленных частиц будут изменяться в гораздо меньшей степени, особенно в районе нижележащих формирующих слоев 15.

Изменяя подачу газов в каналы 9 нижних формирующих слоев, 15 можно регулировать как вертикальную, так и горизонтальную составляющие скоростей движения псевдооживленных частиц.

Таким образом, подбирая необходимые скорости подачи газов в различные каналы 9 (или группы каналов 9) различных формирующих слоев 15 можно добиться требуемых параметров движения (скоростей, времени пребывания) псевдооживленных частиц в тороидальном вращающемся фонтане внутри реакционной камеры 2.

Мембраны 12 могут располагаться таким образом, что объединяют каналы 9 соседних слоев 15 (двух и более) в группы. Для объединения в группы каналы 9 не соседних слоев могут быть использованы известным образом внешние газоходы 10 и мембраны 12.

Таким образом, конструкция устройства позволяет проводить различные этапы обработки в разных горизонтальных уровнях реакционной камеры 2, причем в разных газодинамических условиях. Такие возможности на предшествующих уровнях техники были существенно меньше.

Подача обрабатываемых реагентов в устройство может осуществляться через загрузочные каналы крышки 7 и/или через каналы 9 (для доступа к которым могут быть использованы крышки 8а) известными способами, например шнековая подача, пневмотранспорт и другими известными способами.

Еще один недостаток известных реакторов с псевдооживленным слоем состоит в том, что внутри псевдооживленных слоев может иметь место опадание (оседание) агломератов твердотельной фазы, главным образом вдоль стенок. Падение агломератов твердотельной фазы в нижнюю часть реакционной камеры 2 может приводить к значительным нарушениям работы установки, проявляющимся, в частности, в неравномерности (скачках) скоростей и давлений внутри реакционной камеры 2. Особенно негативно образование агломератов сказывается при работе устройства на нагрузках меньше 70-80% от максимальной.

В преодолении этого недостатка состоит еще одна цель предлагаемого изобретения.

Действительно, агломераты конденсированных фаз, образовываясь в верхних слоях реакционной камеры 2, под действием центробежных сил движутся к ее стенкам. Вблизи стенок реакционной камеры 2 агломераты, двигаясь вниз, ударяются о ступени 13. При ударе о ступени 13 агломераты получают от них импульс в вертикальном направлении и от действия таких ударов измельчаются. Дополнительному измельчению агломератов способствует и круговое их движение вокруг трубы 5 вблизи внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2. Поскольку при таком круговом движении агломераты под действием центробежных сил ударяются о ступени 13, получая от них импульс в горизонтальной плоскости. Таким образом, испытывая совокупность ударов в горизонтальной и вертикальном направлении, агломераты измельчаются. Такое измельчение агломератов стабилизирует работу устройства в широком диапазоне изменения нагрузок на него.

Возможность разрушения агломератов (и конгломератов) конденсированных фаз материалов в предлагаемом устройстве существенно выше, чем в устройствах предшествующего уровня техники.

Устройствам с псевдооживленным слоем свойственен еще один недостаток - неустойчивость работы при резком изменении нагрузок устройства и трудность запуска при внезапной остановке подачи псевдооживляющих газов. В частности, при резком уменьшении или полной остановке подачи псевдооживляющих газов конденсированные фазы могут полностью осесть на сопловом днище, полностью перекрыв подачу псевдооживляющего газа в реакционную камеру 2. В этом случае требуется повторный запуск устройства. Предпочтительно любой запуск устройства осуществлять плавно, постепенно увеличивая подачу псевдооживляющего газа и конденсированных материалов. Однако при повторном пуске этого сделать не удастся, поскольку на сопловом днище может иметься значительное количество вещества конденсированных фаз. В результате этого повторный пуск (после внезапной остановки) устройства затруднен и требует специальных технологических операций, например частичной выгрузки реагентов и/или материалов (при их наличии) с соплового днища или значительного начального импульса псевдооживляющих газов. Все эти операции усложняют оборудование, удорожают его, снижают его ресурс и, в конечном счете, ухудшают экономические показатели.

Ступенчатая структура внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2 способствует устранению этого недостатка, поскольку при резком снижении или полной остановке подачи псевдооживляющих газов псевдооживленные частицы конденсированных фаз в большой степени оседают на горизонтальных участках ступеней 13 внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2. Таким образом, на дно 17 реакционной камеры 2 оседает лишь незначительная часть частиц конденсированных фаз тороидального фонтана. По этой причине повторный запуск устройства или перевод его на большую производительность может быть произведен более плавно и с меньшим расходом и/или напором псевдооживляющих газов. Для более полного использования этого преимущества предлагаемого изобретения проектирование ступенчатой структуры внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2 следует выполнять, обеспечивая достаточную для размещения определенной части псевдооживленных частиц суммарную пло-

щадь горизонтальных участков ступеней 13. Достаточная величина этой площади определяется не только свойствами частиц конденсированных фаз (реагентов, материалов и продуктов переработки), такими как угол естественного откоса, насыпная плотность и других, но также и параметрами (например, температурами, скоростями газовых потоков, количеством веществ конденсированных фаз в реакционной камере 2 и др.) процесса обработки, проводимого в реакционной камере 2. По этой причине подбор суммарной площади горизонтальных участков ступеней 13, высоты ступеней 13, а также распределение этих площадей по формирующим слоям 15 реакционной камеры 2 целесообразно проводить эмпирически.

Облегчать запуск устройства (в том числе после внезапной остановки) и подъем в тороидальный фонтан частиц (в том числе наиболее тяжелых) со дна устройства помогают трамплины 16, установленные вокруг трубы 5 на дне 17 реакционной камеры 2. Трамплины 16 спроектированы таким образом, что тяжелые частицы разгоняются по одному из трамплинов 16 газовым потоком, направленным вдоль этого трамплина. Газовый поток направляется вдоль трамплина благодаря каналам 9 нижнего формообразующего слоя 15, направляющим газ вдоль трамплинов. Конструктивно это каналы 9 нижнего (ближайшего к дну) формирующего слоя 15 и каналы 9 вышележащих слоев 9, если высота трамплина достаточно большая.

Разогнавшись на трамплине 16 и переместившись по нему вверх, тяжелые частицы срываются с него в районе струи псевдоожижающих газов, выходящей из следующего по потоку канала 9, и попадают, таким образом, в восходящий поток псевдоожижающего фонтана. Этот восходящий поток образуется из тангенциальных входных потоков ввиду наличия дна 17 реакционной камеры 2 и верхнего расположения выходных отверстий 6 трубы 5 отвода газов из реакционной камеры 2. Выйдя из каналов 9, псевдоожижающие газы, вращаясь, устремляются в верх (вследствие наличия внизу преграды в виде дна 17) реакционной камеры 2 - к выходным отверстиям 6 трубы 5. Таким образом, формируется восходящий и вращающийся вокруг оси реакционной камеры 2 (трубы 5) псевдоожижающий фонтан из псевдоожижающих газов, в котором происходит псевдоожижение частиц обрабатываемых реагентов и материалов (при их наличии).

Осуществление заявляемого способа рассмотрим на примерах работы устройства, представленного на фиг. 1, 1а и 2.

Предварительно отметим, что ввиду большого различия свойств (насыпной плотности, плотности самого вещества частиц, пористости, размеров, формы и других свойств) различных реагентов и материалов параметры устройства и параметры процессов обработки в устройстве (такие, как расход подаваемых через реакционную камеру 2 псевдоожижающих газов, их температура, распределение расходов подаваемых в реакционную камеру 2 газов по высоте реакционной камеры 2 (по ее формирующим слоям 15), по каналам подвода газов 9, количество и распределение газоходов 10, количество и расположение мембран 12, форма реакционной камеры 2, форма и количество ступеней 13 на внутренней ступенчатой поверхности 3 и сама форма ступенчатой поверхности 3, а также другие параметры, определяющие конструкцию устройства и режимы протекающих в нем технологических процессов) трудно просчитываемы, трудно определяемы численным моделированием и поэтому в большом числе случаев должны подбираться эмпирически в зависимости от обрабатываемых реагентов и вида процесса обработки.

Примеры использования устройства, приведенные ниже, не являются исчерпывающими. Помимо этих примеров, устройство может использоваться и в других процессах обработки, осуществляемых в аналогичных устройствах из описываемой области техники или смежных областей техники, если такое использование очевидно для специалистов, использующих данное устройство.

В описании примеров наиболее подробно описан пример 1. Все остальные примеры описаны более подробно в объеме их отличий от комплектации и работы устройства по примеру 1. При этом понимается, что для специалистов, компетентных в области техники, связанной с заявляемым устройством, знакомы и очевидны общие принципы работы таких устройств и известны типовые комплектации аналогичных заявляемому устройств известным дополнительным оборудованием, требуемым с точки зрения процесса обработки, проводимого в устройстве.

По причине очевидности не во всех примерах, приведенных ниже, подробно описаны необходимые комплектации заявляемого устройства дополнительным известным оборудованием. Подразумевается, что для специалиста, компетентного в данной области техники, такие комплектации известны и очевидны. Понимается, что специалист, компетентный в данной области техники, понимает, что комплектация заявляемого устройства известным дополнительным оборудованием, необходимым с точки зрения процесса обработки, проводимого в оборудовании, очевидна и может не описываться подробно.

Также понимается, что дополнительное оборудование, приведенное в любом из нижеприведенных примеров, может быть использовано и в любом другом примере, даже если оно в этом примере не упоминается, но его необходимость очевидна специалисту из данной области техники.

В примерах, приведенных ниже, описываются различные варианты осуществления заявляемого устройства и способы обработки реагентов в нем. Эти отличия, тем не менее, объединены единым изобретательским замыслом и по этой причине могут осуществляться (применяться) в конкретном осуществлении заявляемого устройства в любом, целесообразном (с точки зрения проводимого процесса обработки и участвующих в процессе обработки реагентов и, при наличии, материалов) сочетании, независи-

мо от того, в каком разделе настоящего описания они приведены, в каком нижеприведенном примере описаны или на какой фигуре изображены.

В примерах ниже используется термин "периферийное оборудование". В контексте данного изобретения под периферийным оборудованием понимается любое известное дополнительное оборудование (любые известные устройства), взаимодействующее с заявляемым устройством и необходимое для работы заявляемого устройства в соответствии с тем процессом обработки, в рамках которого используется заявляемое устройство. Если какое-то периферийное оборудование необходимо (с точки зрения его использования в конкретном примере применения), но не упоминается в приведенных ниже примерах, то подразумевается, что наличие (необходимость) такого оборудования очевидна специалисту из области техники, в которой описывается применение заявляемого устройства, и оно опущено в описании примеров в целях краткости изложения и акцентирования внимания собственно на особенностях заявляемого изобретения.

Пример 1.

Устройство, представленное на фиг. 1, 1а и 2, может быть использовано для получения тепловой энергии посредством сжигания достаточно крупного, предпочтительно однородного по составу и имеющего небольшую насыпную плотность топлива. Таким топливом могут быть, например, топливные гранулы (пеллеты) из растительного сырья, щепа и другие аналогичные виды топлива.

Для осуществления описываемого процесса к устройству на фиг. 1 и 1а должно быть подключено (как минимум) следующее периферийное оборудование:

через один или несколько загрузочных каналов, с использованием присоединительных фланцев крышек загрузочных каналов 8 известные устройства подачи топлива, обеспечивающие регулируемую подачу топлива в реакционную камеру 2 устройства;

через один или несколько каналов подвода газов 9 самого нижнего (ближайшего к дну 17) формирующего слоя 15, с использованием присоединительных фланцев крышек 8а, известные устройства розжига (запальные устройства), например запальные горелки на жидком или газообразном топливе (снабженные автоматикой дистанционного запуска и остановки) и установленные в каналах 9 таким образом (с зазором), чтобы к ним по каналу 9, в котором они установлены, поступало достаточное для работы количество газа-окислителя (например, воздуха);

через фланцы газоходов подачи газов 10 известные устройства (например, дутьевые вентиляторы) подачи газов-окислителей (например, воздуха, кислорода или их смесей) с возможностью регулирования подачи газов окислителей по расходу, причем по каждому газоходу 10, независимо от других газоходов 10;

через нижний срез (торец) трубы 5 известное устройство отбора (например, дымосос) продуктов сгорания (твердых и газообразных);

на пути движения продуктов сгорания от нижнего среза трубы 5 к устройству отбора продуктов сгорания устанавливаются (в обусловленном общим технологическим процессом количестве и последовательности) известные устройства для съема тепловой энергии от продуктов сгорания, известные устройства разделения (сепарации) и очистки продуктов сгорания, а также другие (например, устройство улавливания углекислого газа), предусмотренные общим технологическим процессом, устройства;

верхний срез трубы 5 может быть закрыт (в этом случае устройство на фиг. 1, 1а может работать практически как устройство на фиг. 2) или к нему могут быть подсоединены трубопроводы подачи дополнительных известных реагентов и/или материалов, обеспечивающих проведение некоторых стадий (например, очистку дымовых газов от окислов серы, окислов азота, угарного газа и т.п.) процесса обработки в трубе 5.

Устройство должно иметь систему управления, обеспечивающую регулировку (ручную или, что предпочтительнее, автоматизированную) всех исполнительных механизмов и обеспечивающую синхронную работу устройств подачи газов-окислителей и устройств отбора продуктов сгорания с целью поддержания постоянного (небольшого) разрежения (по отношению к атмосфере помещения, в котором находится устройство) в реакционной камере 2 для исключения попадания опасных компонентов продуктов сгорания в помещение и для обеспечения устойчивой работы горелок.

Запуск устройства в работу начинается с запуска устройств подачи газов и устройств отбора продуктов сгорания в режимах, обеспечивающих стабильную работу запальных устройств (горелок). После этого запускаются в работу запальные устройства (горелки). Вместе с ними (или немного позже) могут запускаться горелки, для которых предусмотрена постоянная работа в течение всего времени процесса в реакционной камере 2. В процессе работы горелок контролируют (с помощью известных устройств замера температур, например, термопар, пирометров и т.п.) температуру в реакционной камере 2 (в данном примере - камере сгорания) и (желательно) температуру продуктов сгорания в трубе 5 (предпочтительно в районе окон 6). После достижения в реакционной камере 2 температуры самовоспламенения топлива (например, для гранул из растительного сырья предпочтительно выше 500°C) начинают подавать топливо в реакционную камеру 2. Топливо, например топливные гранулы, начинает поступать на верхние ступени 13 внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2 и под действием потока газов, поступающих из каналов 9 на ступень 13, на которой находится частица топлива, и под действием потока газов в реакционной камере 2 (газов вращающегося фонтана.), а также под действием ударов других частиц начинает

двигаться по ступени 13 в сторону вращения фонтана. Достигнув края ступени 13, частица топлива под действием сил тяжести падает на нижерасположенную ступень 13, и процесс повторяется до тех пор, пока, скатываясь с очередной ступени, частица не попадет в такой восходящий газовый поток фонтана, что прекратит свое падение вниз и будет вовлечена в фонтан или не попадет на дно реакционной камеры 2 (или на трамплин 16 дна 17 реакционной камеры 2).

В процессе движения по ступеням 13 в частице топлива под действием температуры начинаются процессы газификации и пиролиза (выхода летучих горючих составляющих). Частица возгорается. В процессе движения во вращающемся псевдоожиженном фонтане и в процессе ссыпания по ступеням 13 частица испытывает многочисленные соударения, которые способствуют ее измельчению, освобождению поверхности от золы и, как следствие, быстрому сгоранию. Наиболее тяжелые частицы дольше легких находятся на ступенях 13 реакционной камеры 2 и по этой причине имеют большее время для полного сгорания. Таким образом, процесс обработки частиц происходит не только во вращающемся фонтане, но и на ступенях 13 (и трамплинах 16 при их наличии) внутренней поверхности 3 реакционной камеры 2.

Сгоревшие частицы топлива превращаются в частицы летучей золы и с потоком отработавших псевдоожижающих (в данном примере дымовых) газов через окна 6 попадают в трубу 5 и через ее нижний срез (торец) покидают устройство.

Самые тяжелые частицы топлива ссыпаются по ступеням 13 до дна 17 реакционной камеры 2. При наличии трамплинов 16 на дне 17 наиболее тяжелые частицы, вращаясь вблизи дна 17 вокруг трубы 5 "прыгают" по трамплинам 16, испытывая многочисленные удары о поверхности трамплинов 16. От этих ударов они измельчаются (с одновременным сгоранием) и вовлекаются в псевдоожиженный фонтан, в котором и сгорают окончательно.

Во время запуска и работы заявляемого устройства визуально (через смотровые окна, установленные в крышках загрузочных каналов 8, и/или видеокамеры, установленные в тех-же крышках) осуществляют контроль процесса горения топлива и формирования из горящего топлива вращающегося фонтанирующего псевдоожиженного слоя. Управление процессом горения и псевдоожиженным слоем осуществляют с помощью регулирования скорости подачи топлива и регулирования расхода газов через реакционную камеру 2.

Регулирование расхода газов через реакционную камеру 2 осуществляют порознь через каждый газозаход 10 подачи газов и суммарно через все газозаходы 10, тем самым добиваясь требуемых по процессу обработки (в данном примере сжигание) параметров движения (например, скоростей движения) вращающегося фонтанирующего псевдоожиженного слоя топлива вокруг трубы 5 и интенсивности (например, высоты) фонтана. Добившись необходимых параметров движения реагентов (в данном примере топлива) и псевдоожижающих газов в реакционной камере 2, систему управления процессом переводят в режим поддержания установленных параметров. Запальные горелки отключают.

Сохранение постоянного небольшого разряжения в камере сгорания 2 позволяет снимать (удалять) запальные горелки после их отключения. Вместе с тем, эти горелки могут работать и в течение всего процесса после его запуска. Такая необходимость постоянной работы запальных горелок (или специально установленных горелок для постоянной работы) в процессе сжигания топлива может потребоваться, например, для работы на высоковлажном (и/или высокозольном) топливе, когда высокая влажность (и/или высокая зольность) топлива не может обеспечить его самостоятельного горения. В этом случае запальные (пусковые) горелки должны иметь соответствующие эксплуатационные характеристики, допускающие их постоянную работу. Либо часть горелок (не обязательно пусковых) должна иметь такие характеристики, и именно эти горелки остаются работать постоянно.

В процессе работы устройства контролируют (известными способами) состав продуктов сгорания. В зависимости от состава продуктов сгорания посредством известных устройств, подключенных к верхнему срезу (торцу) трубы 5 осуществляют регулируемую подачу в трубу 5 в районе ее верхнего среза (торца) дополнительных веществ (реагентов) для получения требуемого состава продуктов обработки (сгорания).

Средства визуального контроля (смотровые окна, видеокамеры и т.п.) за процессом в реакционной камере 2 предпочтительно устанавливать не только в крышках загрузочных каналов 8, закрывающих свободные от подающих устройств верхние загрузочные каналы, но и в присоединительных фланцах загрузочных устройств, крепящих загрузочные устройства к верхним загрузочным каналам 8. В этом случае имеется возможность визуального контролировать не только процессы в реакционной камере 2, но и процесс подачи топлива в реакционную камеру 2.

Запальные горелки в описанном примере могут быть любых известных типов, в том числе и работающие от электричества и имеющие электрические элементы накаливания (подогрева) окисляющих газов.

Пример 2.

Устройство, представленное на фиг. 1 и 1а, можно использовать для сжигания мелкодисперсного или пылевидного топлива, например шлифовальной пыли из мебельного производства, древесных опилок, мелкого торфа, угольной пыли и других подобных горючих материалов. В этом случае заявляемое устройство предпочтительнее оборудовать устройствами с нижней подачей сырья (мелкодисперсного

топлива). Для этой цели известные устройства подачи (например, шнекового типа, использующих принцип пневмотранспорта и т.д.) предпочтительно монтировать в нижней части устройства. Для целей монтажа устройств подачи могут быть использованы, например, часть каналов 9 нижних (расположенных вблизи дна 17) формирующих слоев 15, или в формирующих слоях 15, через которые предполагается подавать мелкодисперсное топливо, должны быть предусмотрены дополнительные каналы для прокладки (монтажа) в них элементов загрузочных устройств, обеспечивающих подачу мелкодисперсного топлива в реакционную камеру 2. Очевидно, что каналы, по которым осуществляется подача мелкодисперсного топлива в камеру сгорания 2, должны иметь форму и габариты, обеспечивающие монтаж этих устройств подачи, а также монтажные фланцы на корпусе устройства, обеспечивающие монтаж, осмотр, замену и другие операции по обслуживанию устройств подачи топлива (загрузочных устройств). Очевидно также, что конструкция фланцев должна обеспечивать требуемую газоплотность (герметичность) корпуса устройства. Предпочтительно все устройства подачи делать съемными, а места их установки оборудовать фланцами корпуса, имеющими крышки (например, по типу крышек 8а для доступа к каналам 9).

При сжигании мелкодисперсного топлива целесообразно устройство подачи этого топлива располагать как можно ближе к дну 17 реакционной камеры 2 по соображениям полноты сгорания топлива. Поскольку чем дальше от отверстий 6 трубы 5 находятся выходы (в реакционную камеру 2) устройств подачи мелкодисперсного топлива, тем дальше оно находится в реакционной камере 2 и тем меньше вероятность вылета несгоревшего топлива из реакционной камеры 2. Целесообразно располагать по периметру реакционной камеры несколько устройств подачи, поскольку в этом случае поле температур внутри реакционной камеры 2 будет более равномерным. Также целесообразно совмещать каналы подачи топлива с каналами 9 подвода газов в реакционную камеру 2.

Во всем остальном работа устройства в этом примере аналогична работе устройства в примере 1.

Способом, изложенным в примере 2, можно сжигать также газообразное и жидкое топлива. Очевидно, что для этого необходимо использовать известные устройства (например, форсунки) подачи жидких и газообразных топлив.

Очевидно также, что в заявляемом устройстве (оборудовав его соответствующими устройствами подачи) возможно совместное сжигание различных (твердых, жидких и газообразных) топлив в разных комбинациях.

Пример 3.

При сжигании мелкодисперсных топлив, скорость горения которых сравнительно мала (сажа, пыль графита, угольная пыль некоторых каменных углей и т.п.) может возникнуть ситуация, когда частицы топлива не успевают сгорать ни в реакционной камере 2, ни в трубе 5 даже при подаче через верхний конец трубы 5 дополнительного окислителя. В этом случае целесообразно сжигать такое медленногорящее топливо в псевдоожиженном вращающемся фонтанирующем кольцевом слое катализатора или инертных негорючих частиц. Для этой цели, в дополнение к оборудованию заявляемого устройства, как в примерах 1 и 2, целесообразно дооборудовать предлагаемое устройство известными устройствами подачи катализатора или инертного материала, монтируемыми через фланцы верхних загрузочных каналов (на фиг. 1 и 1а эти каналы 8 показаны закрытыми крышками), аналогично загрузочным устройствам из примера 1.

В этом случае запуск устройства в работу начинается с запуска устройств подачи газов и устройств отбора продуктов сгорания в режимах, обеспечивающих стабильную работу не только запальных устройств (горелок), но и обеспечивающих формирование псевдоожиженного фонтанирующего вращающегося кольцевого слоя катализатора (или инертных частиц). Для выполнения последнего условия подбирают из числа известных катализаторов горения (или инертных наполнителей) наиболее подходящий по проводимому технологическому процессу горения и обладающий достаточными характеристиками (например, насыпной плотностью, пористостью и т.п.), обеспечивающими существование псевдоожиженного фонтанирующего вращающегося кольцевого слоя. Очевидно, что формирование такого слоя зависит не только от свойств катализатора (инертного наполнителя), но и от расхода псевдоожижающих газов через реакционную камеру 2. По этой причине, как и в примере 1, после запуска в совместную работу устройств подачи газов с устройствами отбора продуктов сгорания включают запальные горелки и начинают подачу катализатора (инертного наполнителя) в реакционную камеру 2. Осуществляя визуальный контроль через смотровые устройства, описанные в примере 1, добиваются как стабильной работы запальных горелок, так и стабильного функционирования псевдоожиженного слоя. Осуществляя непрерывную или порционную подачу катализатора (инертного наполнителя) в реакционную камеру 2, доводят объем загруженного катализатора или инертного наполнителя до требуемого технологическим процессом количества. При этом регулируя расход псевдоожижающих газов через реакционную камеру 2, обеспечивая как стабильность псевдоожиженного слоя, так и функционирование горелок. Прогрев катализатор (инертный наполнитель) и реакционную камеру 2 до температуры воспламенения топлива, начинают подачу этого топлива в реакционную камеру 2. Далее процесс осуществляют как и в примере 1, с учетом особенностей примера 2. Так же, как и в примере 2, по способу, изложенному в данном примере, можно сжигать различные топлива (твердые, жидкие, газообразные) в любой их комбинации.

Пример 4.

Устройство, оборудованное как и в примере 1, можно использовать и для сушки сыпучих материалов (например, семечковых, зерновых, бобовых культур, влажных опилок и т.п.). Для этого эмпирически подбирают расход псевдоожижающих (и одновременно сушильных) газов через реакционную камеру 2, обеспечивающих сушку влажных материалов во вращающемся кольцевом фонтанирующем псевдоожиженном слое (как имеющих большую насыпную плотность) и вынос высушенных материалов (поскольку их насыпная плотность уменьшилась вследствие потери влаги) через отверстия 6 трубы 5 или через верхний срез (торец) трубы 5 в случае осуществления трубы 5, как это изображено на фиг. 2. Если верхний торец трубы 5 не доходит до крышки устройства 7, т.е. находится внутри реакционной камеры 2, то длина участка трубы 5 в пределах реакционной камеры 2 должна быть достаточной для формирования вокруг нее устойчивого вращающегося фонтана и для обеспечения достаточного времени нахождения обрабатываемых материалов в этом фонтане. Предпочтительная длина участка трубы 5 в пределах реакционной камеры 2 должна быть не менее 75% от высоты реакционной камеры 2. Аналогично и предпочтительное расположение окон 6 трубы 5. Они должны быть расположены ближе к верхнему торцу (срезу) трубы 5. Предпочтительное расположение нижних кромок окон 6 трубы 5 от дна 17 реакционной камеры 2 составляет 75% или более расстояния (высоты) от дна реакционной камеры 17 до крышки 7 устройства.

Далее высушенный продукт и отработавшие псевдоожижающие газы (в данном примере сушильный агент или сушильный газ) поступают через нижний торец (срез) трубы 5 в известное устройство разделения (например, циклон), где происходит разделение высушенного материала и отработанного сушильного агента (сушильного газа). Затем готовый (высушенный) продукт через разгрузочный узел устройства разделения поступает на склад, а отработанный сушильный газ через узел его выпуска на устройстве разделения поступает в известное устройство отбора (откачки) газов (например, всасывающие вентиляторы, дымососы и т.п.).

Очевидно, что для сушки материалов нет необходимости использовать газы-окислители. Выбор газов для сушки зависит и от материалов, подвергаемых сушке. Так, например, для сушки опилок можно использовать дымовые газы, которые образуются вследствие работы горелок (на жидком или газообразном топливе). В этом случае концентрация кислорода в дымовых газах после горелок должна быть минимальной, для исключения возгорания высушенного материала.

При сушке пищевых продуктов (с целью исключения их загрязнения в процессе сушки) предпочтительнее использовать электрические подогреватели сушильных газов и/или нейтральные газы (например, азот) в качестве сушильного газа. В этом случае отсутствует опасность как возгорания высушенного продукта, так и чрезмерного окисления электрических элементов нагрева нагревателей (если их кожух выполнен из металла).

Очевидно также, что сушка материалов может проводиться без использования каких-либо устройств для подогрева сушильных газов. Например, атмосферным воздухом без его подогрева. Очевидно, что в этом случае необходимость в устройствах подогрева сушильных газов отпадает и они (устройства) могут быть отключены или вообще отсутствовать в комплектации заявляемого устройства.

Пример 5.

Способы обработки материалов в заявляемом устройстве, описанные в вышеприведенных примерах, могут быть осуществлены и в устройстве, изображенном на фиг. 13 и 13а. Устройство на фиг. 13 и 13а имеет трубу 5, выполненную в виде внутреннего циклона. Такое осуществление устройства позволяет провести первый этап сепарации в пределах габаритов реакционной камеры 2. Такое решение позволяет не только уменьшить тепловые потери (при использовании заявляемого устройства для сжигания материалов), неизбежные в случае внешнего расположения циклона, но и уменьшить габаритные характеристики всего комплекса (в составе которого используется заявляемое устройство) в целом. Также увеличивается и степень сепарации (разделения) отработанных газов и продуктов конденсированных фаз, поскольку позволяет к внешним устройствам сепарации (разделения) отработанных газов и продуктов конденсированных фаз последовательно подключить еще одно (внутреннее) устройство сепарации.

Очевидно, что при выполнении трубы 5 в виде внутреннего циклона устройства отбора отработанных продуктов (газов) (в отличие от вышеприведенных примеров) должны быть подключены к верхнему торцу (срезу) трубы 5 (газовому выходу циклона). Отсепарированные в циклоне материалы конденсированных фаз будут оседать в нижней части циклона и через его нижний выход (нижний срез трубы 5) удаляться из устройства. Очевидно, что удаление материалов конденсированных фаз из заявляемого устройства через нижний выход циклона (трубы 5) должно осуществляться через известные шлюзовые устройства, расположенные далее по ходу движения удаляемых материалов и не показанные на приведенных фигурах.

Очевидно также, что форма внутреннего циклона должна проектироваться совместно с формой реакционной камеры 2 для обеспечения как требуемых режимов движения псевдоожиженного фонтана в реакционной камере 2, так и для обеспечения эффективных процессов сепарации (разделения) в трубе 5, дополнительно выполняющей функции циклона. В частности, форма внутреннего циклона в его части, расположенной в пределах реакционной камеры 2, должна быть максимально близка к форме тела вращения.

Пример 6.

Способом, описанным в примере 2, можно сжигать материалы, имеющие низкую температуру плавления золы (например, растительные материалы, зола которых содержит соединения галогенидов со щелочными или щелочноземельными металлами). Для сжигания таких материалов может быть использовано устройство, схематически изображенное на фиг. 14 и 14а.

Как видно из фиг. 14а, труба 5 (выполняющая дополнительно функции внутреннего циклона) заявляемого устройства имеет более сложную конфигурацию, обеспечивающую дополнительные функции (совместно с реакционной камерой 2) сепарации веществ. Тем самым расширяется область возможного использования заявляемого устройства. Из фиг. 14а видно, что часть трубы 5, расположенная вне пределов реакционной камеры 2, может иметь произвольную форму (достаточно далекую от формы тела вращения). Для части трубы 5, расположенной в пределах реакционной камеры 2, сохраняется требование близости ее формы к форме тела вращения.

Работа устройства в этом примере аналогична работе устройства по примеру 2. При этом в реакционной камере 2 необходимо поддерживать температуру, при которой легкоплавкие компоненты золы переходят в жидкое состояние. Капли такой расплавленной золы под действием центробежных сил, возникающих во вращающемся псевдооживленном слое, движутся к периферии реакционной камеры 2. Здесь расплавленные капли золы оседают на ступени 13, укрупняются, слипаясь между собой, и в виде крупных капель или струй стекают по ступеням 13 вниз (к дну 17) реакционной камеры 2. Здесь они через отверстие в дне 17 попадают в наклонный патрубок 19 трубы 5 и по наклонному патрубку 19 выводятся из устройства в приемную емкость. Очевидно, что наклонный патрубок 19 должен быть достаточно теплоизолирован, чтобы расплавленная зола в жидком виде достигла приемной емкости. Очевидно также, что выполнение патрубка 19 и приемной емкости, в которую по патрубку 19 поступает расплавленная зола, должны быть такими, чтобы сохранялась требуемая газоплотность внутреннего пространства реакционной камеры 2 (поскольку реакционная камера 2 соединена с патрубком 19 через отверстие в дне 17 реакционной камеры 2). Удовлетворение этого требования может быть достигнуто, например, с помощью известных шлюзовых устройств.

Пылеобразные тугоплавкие летучие частицы золы попадают во внутренний циклон (трубу 5) через окна 6 (оформленные в виде входного устройства внутреннего циклона), сепарируются (отделяются) в циклоне (трубе 5) от газового потока, оседают в нижнюю часть циклона и удаляются из него через вертикальный выходной патрубок 18 трубы 5. Удаление тугоплавких частиц через вертикальный патрубок 18 также должно осуществляться с использованием известных шлюзовых устройств, обеспечивающих требуемую степень герметичности внутреннего пространства заявляемого устройства.

Поток отработанных газов удаляется из внутреннего циклона (из трубы 5) через его верхнее выходное устройство (верхний торец трубы 5).

Очевидно, что конфигурация патрубков 18 и 19, описанных в данном примере и приведенных на фиг. 14 и 14а, может быть и иной (обусловленной требованиями осуществляемого процесса обработки, свойствами обрабатываемых материалов, комплектацией устройства периферийным оборудованием и др.). Например, патрубок 18, изображенный на фиг. 14 и 14а, может быть не вертикальным, а наклонным, патрубок 19 на тех же фигурах может быть не наклонным, а вертикальным, оба патрубка могут быть наклонными или иметь более сложную конфигурацию.

Очевидно также, что осуществление трубы 5 в виде внутреннего циклона, приведенное на фиг. 14 и 14а, также не является обязательным. Труба 5 может иметь и осуществление, приведенное на фиг. 1 или фиг. 2. Очевидно, что и назначение патрубков 18 и 19 в этом случае может измениться очевидным для конкретного технологического процесса и набора периферийного оборудования образом.

Пример 7.

В качестве примера, показывающего возможность использования заявляемого устройства для различных технологических процессов с практически одинаковой комплектацией периферийным оборудованием, рассмотрим процесс сепарации, например, семечковых культур (целевой продукт) от легколетучих (скорлупа, шелуха и т.п.) и тяжелых (частица грунта в виде песка, мелких камней и т.п.) примесей. Для этих целей может быть использовано устройство, изображенное (как и в примере 6) на фиг. 14 и 14а, снабженное периферийным оборудованием, как и в примере 4.

Обрабатываемый материал подается в устройство через верхние загрузочные устройства, как и в примере 1.

Эмпирически подбираются параметры движения фонтанирующего вращающегося псевдооживленного слоя в устройстве таким образом, что целевой продукт вместе с легколетучими примесями выносятся во внутренний циклон, а тяжелые примеси сыпаются вниз реакционной камеры 2 и через отверстие в дне 17 и патрубок 19 удаляются из устройства.

Легколетучие примеси и целевой продукт сепарируются во внутреннем циклоне таким образом, что легколетучие примеси вместе с потоком отработавших сепарирующих газов удаляются через верхний торец трубы 5 (газовый выход внутреннего циклона), а целевой продукт оседает вниз внутреннего циклона и через его патрубок 18 (нижний торец трубы 5) удаляются из устройства.

Пример 8.

В качестве примера, показывающего возможность проведения в различных частях реакционной камеры 2 (в том числе и на ее внутренней поверхности) заявляемого устройства дополнительных технологических операций, рассмотрим, как и в примере 1, сжигание топлива. При этом будем рассматривать процесс сжигания полидисперсного топлива (в том числе и достаточно большой плотности, например, низкосортный уголь или углесодержащие отходы угольной промышленности), проводимый в устройстве, схематически изображенном на фиг. 15. В сжигании такого топлива предпочтительно проводить его предварительную сепарацию, измельчение и газификацию. Для этих целей предпочтительно выполнять загрузку топлива в нижнюю часть (ниже пережима 14) реакционной камеры 2. Такую загрузку можно выполнить, установив загрузочное устройство в нижней части реакционной камеры 2 и используя часть каналов 9 участка камеры 2 ниже пережима 14 или предусмотрев в этой части самостоятельные каналы для загрузки. Для загрузки можно использовать известные загрузочные устройства, используемые для подачи сжигаемого вида топлива. В целом процесс сжигания аналогичен процессу по примеру 1. Отличием является необходимость подачи через каналы 9 нижней части (расположенной ниже пережима 14) реакционной камеры 2 потока газов, достаточного для создания (под действием центробежных сил) в этой части вращающегося у ступенчатой поверхности 3 массива тороидальной формы из перерабатываемого топлива. Вращаясь, частицы топлива ударяются друг о друга и о ступени 13, измельчаются и, достигнув величины, при которой они могут быть вынесены потоками газов через пережим 14 в верхнюю часть реакционной камеры 2, покидают нижнюю часть реакционной камеры 2. Поступая в верхнюю, воронкообразную часть камеры 2, частицы (измельченные) обрабатываются (сгорают), как и в примере 1.

Процесс переработки можно интенсифицировать, если поддерживать в нижней части (ниже пережима 14) реакционной камеры 2 температуру, достаточную для начала газификации (выхода летучих) топлива.

Опционально можно добавлять к сжигаемому топливу дополнительные материалы, ускоряющие измельчение частиц топлива и/или газификацию топлива.

Опционально можно использовать отверстие в дне 17 с присоединенным к нему патрубком 19 для удаления золы, рудных частиц и других труднолетучих материалов (например, отколовшихся частиц вещества, из которого выполнены ступени 13, осколков частиц дополнительных материалов, загружаемых вместе с топливом).

Очевидно также, что труба 5 в данном примере может иметь и другую форму и выполнять соответствующие функции, описанные в других примерах.

Приведенные выше примеры применения устройства и его осуществление (комплектация) не являются исчерпывающими. Очевидно, что в конкретной реализации заявляемого устройства могут быть использованы (в любом количестве и сочетании, комбинации) все его конструктивные отличия, составляющие суть настоящего изобретения, если это целесообразно с точки зрения проводимого процесса обработки, соображений удобства эксплуатации, технического обслуживания или любых соображений технического, технологического, экономического и иного (рода) характера. Очевидно также, что такая комбинация не должна быть противоречивой (с технической, технологической и других точек зрения).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство с псевдооживленным фонтанирующим слоем кольцеобразной формы, включающее по крайней мере один загрузочный канал для реагентов и псевдооживляющих газов, вертикально расположенную реакционную камеру (2), имеющую по крайней мере на части высоты воронкообразную сужающуюся книзу форму, содержащую трубу (5), соосную с реакционной камерой (2) и имеющую по крайней мере одно отверстие (6) для отвода продуктов обработки, отличающееся тем, что внутренняя поверхность (3) реакционной камеры (2) имеет ступенчатую структуру, труба (5) установлена проходящей через дно (17) реакционной камеры (2), в устройстве дополнительно выполнены каналы (9) для подачи псевдооживляющих газов и реагентов, проходящие через корпус (3а) реакционной камеры (2).

2. Устройство по п.1 отличающееся тем, что ступенчатая структура внутренней поверхности (3) реакционной камеры (2) образована таким образом, что внутреннее пространство реакционной камеры (2) имеет форму правильных многогранников, например в виде правильных призм, правильных усеченных пирамид, соосных с реакционной камерой (2) и установленных один на другой.

3. Устройство по п.2, отличающееся тем, что по высоте реакционной камеры (2) имеется по крайней мере один участок с упорядоченной структурой многогранников.

4. Устройство по п.3, отличающееся тем, что упорядоченная структура многогранников в пределах сужающегося книзу воронкообразного участка реакционной камеры (2) образована таким образом, что для любых двух соседних многогранников в их общей плоскости основания радиус вписанной окружности многоугольника основания верхнего многогранника не меньше радиуса описанной окружности многоугольника основания нижнего многогранника.

5. Устройство по п.3, отличающееся тем, что упорядоченная структура многогранников образуется таким образом, что все правильные многогранники имеют в основании правильные многоугольники с

одинаковым количеством сторон.

6. Устройство по п.5, отличающееся тем, что соответствующие стороны оснований всех правильных многогранников выполнены параллельными.

7. Устройство по п.5, отличающееся тем, что каждый нижний многогранник повернут вокруг оси реакционной камеры (2) относительно соседнего верхнего многогранника на некоторый угол от параллельного положения соответствующих сторон оснований.

8. Устройство по п.1, отличающееся тем, что часть трубы (5), расположенная в пределах реакционной камеры (2), имеет форму тела вращения относительно оси реакционной камеры (2).

9. Устройство по п.1, отличающееся тем, что труба установлена проходящей через дно (17) и крышку (7) реакционной камеры (2), а отверстия (6) для отвода продуктов обработки и псевдоожижающих газов выполнены в верхней части трубы (5) на ее боковой поверхности.

10. Устройство по п.1, отличающееся тем, что труба (5) установлена проходящей через дно (17) реакционной камеры (2) и не доходящей до крышки (7), а для отвода продуктов обработки и псевдоожижающих газов использовано отверстие (6), которое образовано открытым верхним концом трубы (5).

11. Устройство по п.1, отличающееся тем, что имеет дополнительное отверстие в дне (17), коаксиальное с отверстием для выхода трубы (5) через дно (17) и обеспечивающее отвод части продуктов обработки из реакционной камеры (2).

12. Устройство по п.1, отличающееся тем, что выходы каналов (9) в реакционную камеру (2) расположены в заданном порядке по высоте и периметру реакционной камеры (2).

13. Устройство по п.12, отличающееся тем, что выходы каналов (9) в реакционную камеру (2) расположены вблизи вертикальных ребер многогранников.

14. Устройство по п.13, отличающееся тем, что вблизи каждого вертикального ребра многогранника расположено не более двух выходов различных каналов (9).

15. Устройство по п.14, отличающееся тем, что каждый выход канала (9) в реакционную камеру (2) расположен таким образом, что поток газа из канала (9) направлен преимущественно вдоль одной из граней многогранника, образующих ребро, вблизи которого выполнен выход этого канала (9) в реакционную камеру (2).

16. Устройство по п.1, отличающееся тем, что между кожухом (1) и корпусом (3а) реакционной камеры (2) установлены мембраны (12) для обеспечения независимой подачи газа через каналы (9).

17. Устройство по п.16, отличающееся тем, что мембраны выполнены либо горизонтальными, либо вертикальными.

18. Устройство по п.1, отличающееся тем, что на дне (17) реакционной камеры (2) расположены трамплины (16) для поднятия частиц реагентов в фонтанирующий слой.

19. Устройство по любому из пп.1-18, отличающееся тем, что оно использовано для любого из следующих применений: очистка газовых смесей любого рода, сжигание газообразного, жидкого, твердого топлива или отходов в фонтанирующем слое, пиролиз, термическая газификация, технологические процессы с применением катализаторов, адсорбентов, абсорбентов, для сепарации, химических реакций, осуществляемых в фонтанирующем слое, сушки сыпучих материалов в фонтанирующем слое.

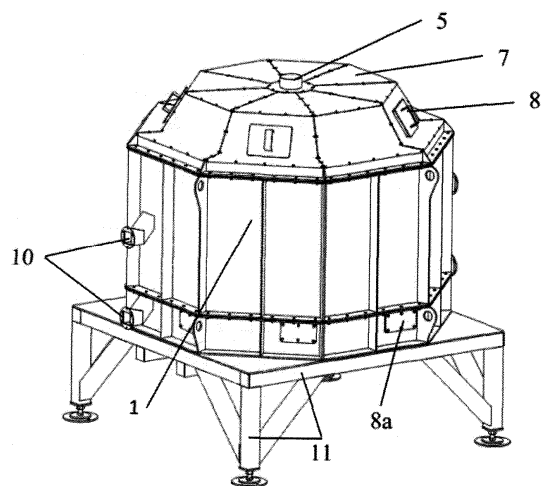
20. Способ обработки реагентов в устройстве с псевдоожиженным фонтанирующим слоем кольцеобразной формы, включающий загрузку в устройство реагентов и подачу в устройство псевдоожижающих газов, создание в устройстве псевдоожиженного фонтанирующего вращающегося слоя кольцеобразной формы из реагентов, обработку реагентов в устройстве и отвод из устройства продуктов обработки и псевдоожижающих газов, отличающийся тем, что обработку реагентов проводят в устройстве по любому из пп.1-18, как в псевдоожиженном фонтанирующем слое кольцеобразной формы, так и вне фонтанирующего слоя на имеющей ступенчатую структуру внутренней поверхности (3) реакционной камеры (2).

21. Способ по п.20, отличающийся тем, что, в зависимости от условий проведения обработки в реакционной камере (2), управление подачей псевдоожижающих газов в реакционную камеру (2) осуществляют путем изменения скорости, количества подачи псевдоожижающих газов в каналы (9).

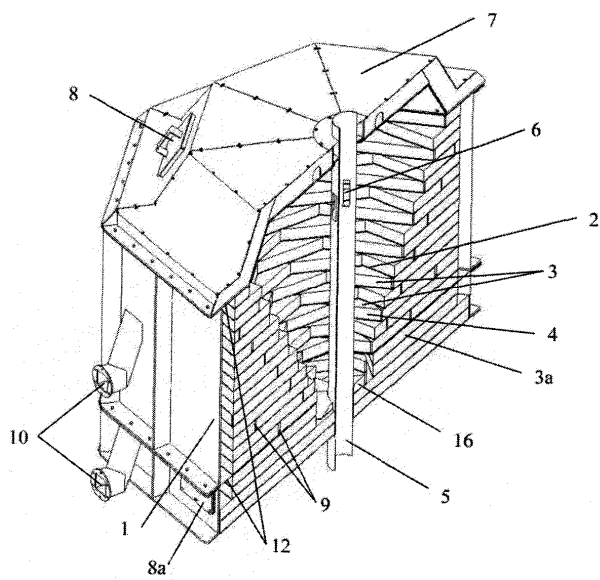
22. Способ по п.20, отличающийся тем, что обработку на внутренней поверхности реакционной камеры (2) проводят таким образом, что на ступени (13) реакционной камеры (2) подают через каналы (9) поток псевдоожижающих газов, реагентов, материалов для перемещения с определенной скоростью частиц реагентов, материалов, продуктов обработки со ступени на ступень и в фонтанирующий слой, процесс проводят до заданной степени обработки реагентов и затем отводят продукты обработки и псевдоожижающие газы через отверстия (6), выполненные в верхней части трубы (5).

23. Способ по п.19, отличающийся тем, что псевдоожижающие газы подают в реакционную камеру (2) в зависимости от условий проведения обработки в реакционной камере (2) в пределах каждой ступени (13).

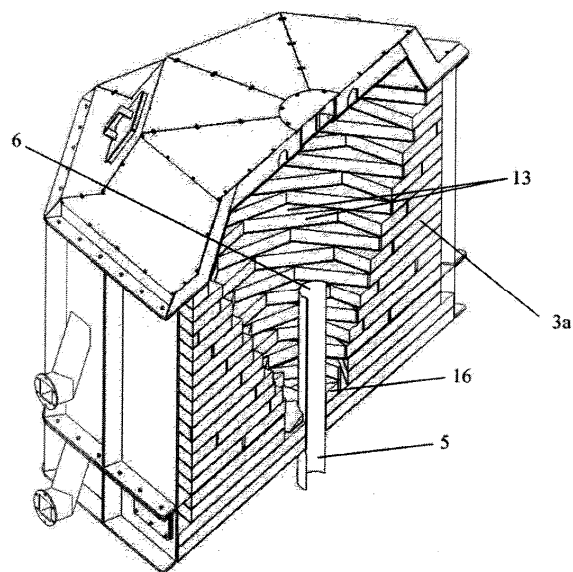
24. Способ по п.19, отличающийся тем, что в трубе (5) проводят дополнительную обработку продуктов, реагентов, поступивших из реакционной камеры (2).



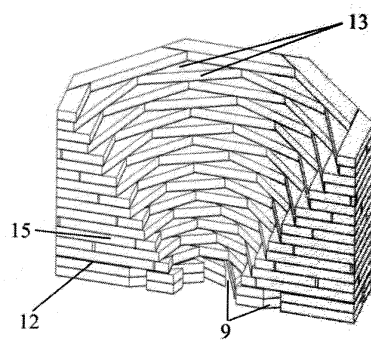
Фиг. 1



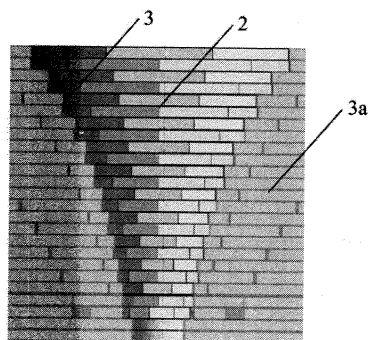
Фиг. 1a



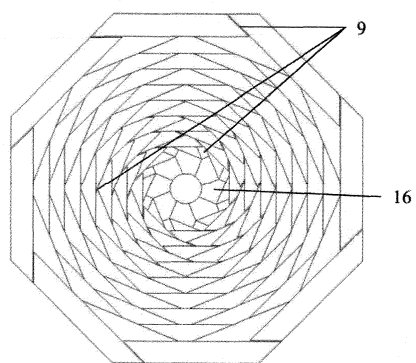
Фиг. 2



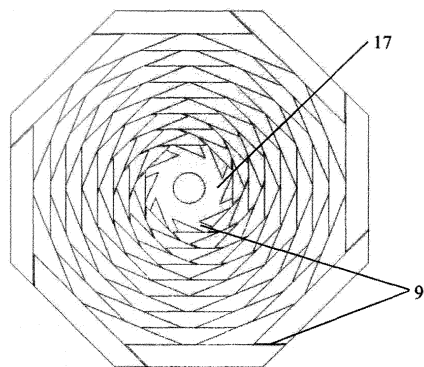
Фиг. 3



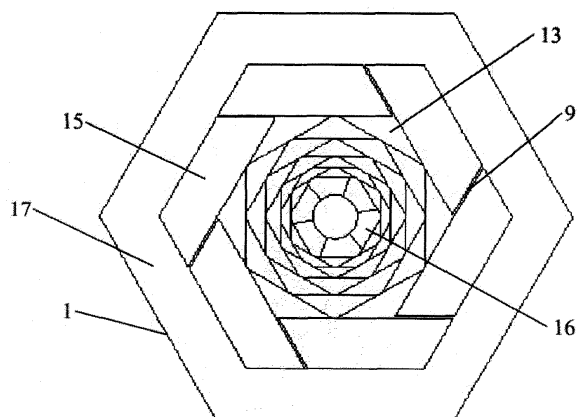
Фиг. 3а



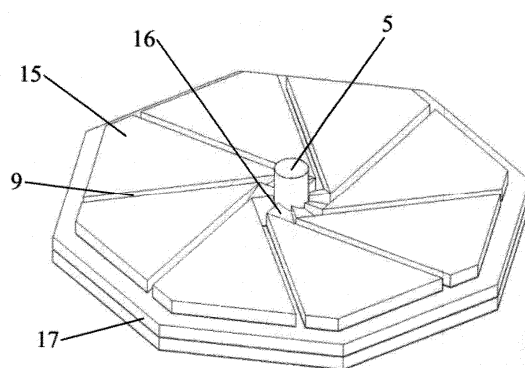
Фиг. 4



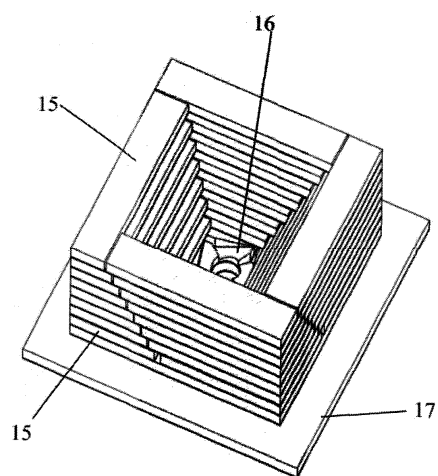
Фиг. 5



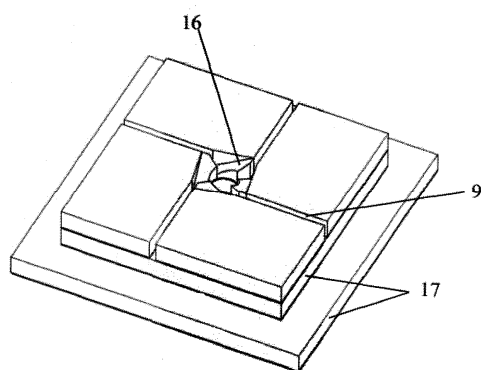
Фиг. 6



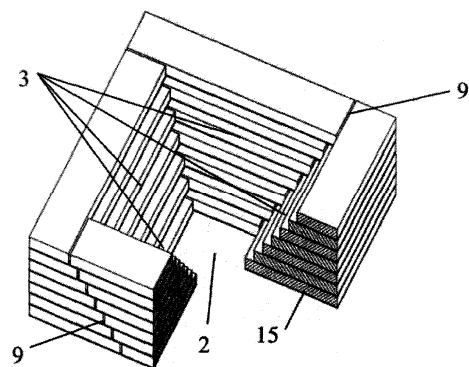
Фиг. 7



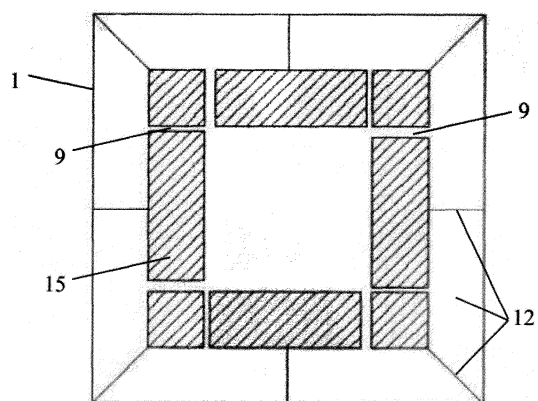
Фиг. 8



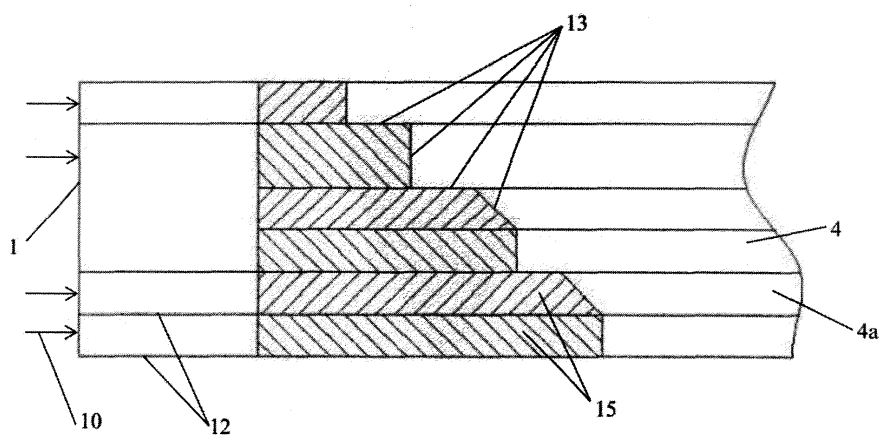
Фиг. 9



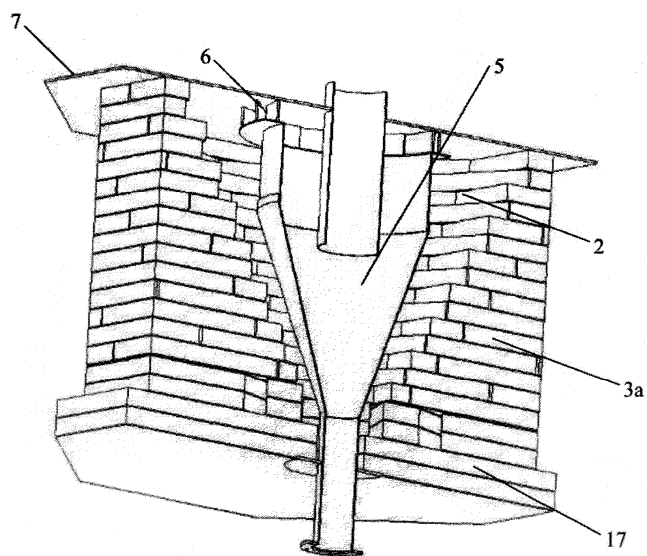
Фиг. 10



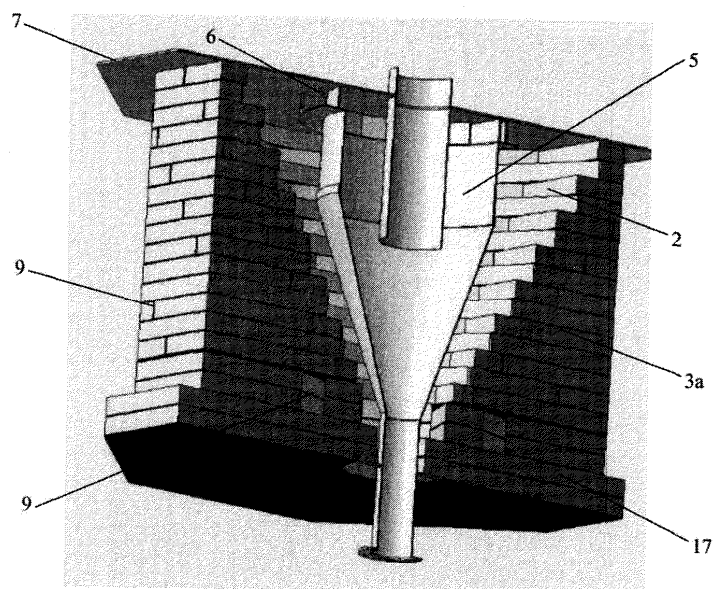
Фиг. 11



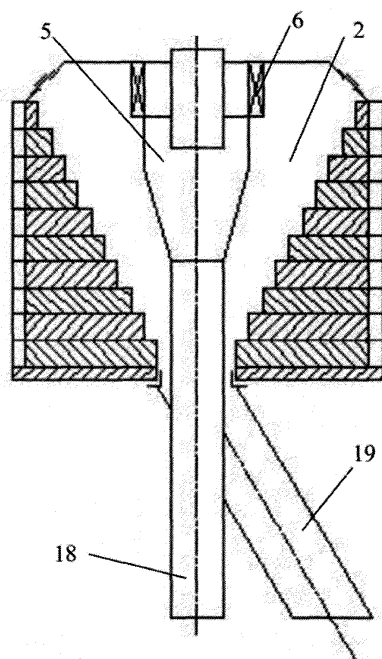
Фиг. 12



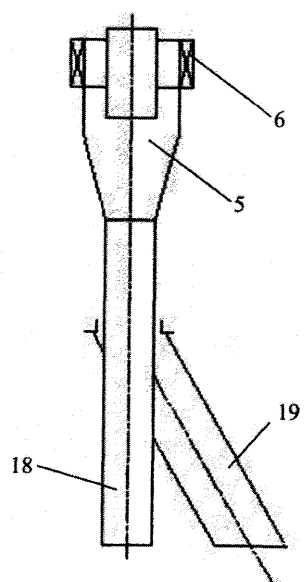
Фиг. 13



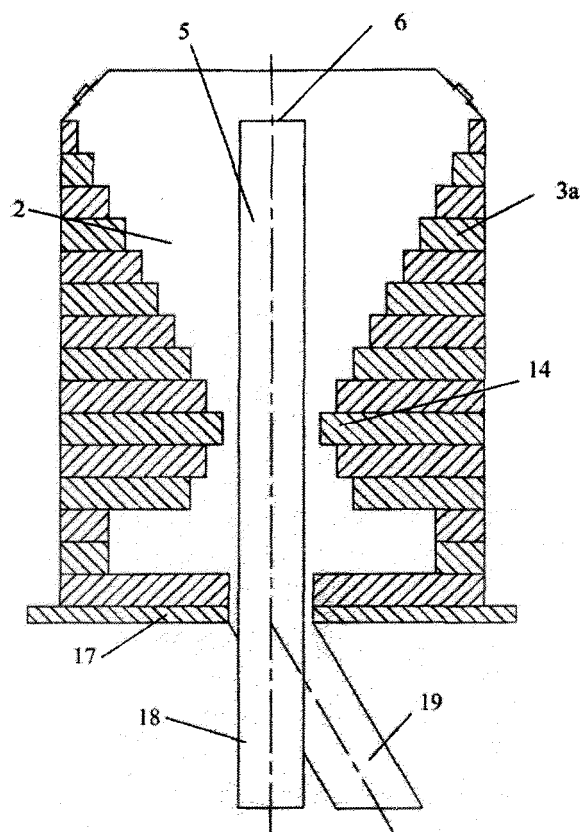
Фиг. 13а



Фиг. 14



Фиг. 14а



Фиг. 15

