

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034191**

(13) **B1**

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

- (45) Дата публикации и выдачи патента
2020.01.15
- (21) Номер заявки
201791440
- (22) Дата подачи заявки
2015.12.18
- (51) Int. Cl. **B01J 8/00** (2006.01)
B01J 8/02 (2006.01)
C10G 49/00 (2006.01)
B01J 8/04 (2006.01)
B01J 4/00 (2006.01)

(54) **КАТАЛИТИЧЕСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ РЕАКТОР С РАЗДЕЛЕНИЕМ ЧАСТИЦ И СЕПАРАТОР ЧАСТИЦ**

- (31) **3873/DEL/214; 15155379.9**
- (32) **2014.12.23; 2015.02.17**
- (33) **IN; EP**
- (43) **2017.12.29**
- (86) **PCT/EP2015/080406**
- (87) **WO 2016/102342 2016.06.30**
- (71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ХАЛЬДОР ТОПСЁЭ А/С (DK)
- (72) Изобретатель:
**Рисберг Ярльков Клаус, Цахировиц
Эмир (DK)**
- (74) Представитель:
Беляева Е.Н. (BY)
- (56) EP-A1-1382376
GB-A-862214
WO-A1-2013045770

-
- (57) Изобретение относится к каталитическому реактору, содержащему сепаратор частиц для экстрагирования частиц из потока текучей среды над внутрикорпусными устройствами реактора с помощью средства, которое заставляет поток текучей среды поступать в радиальном направлении наружу, вверх по S-образной траектории, в результате чего происходит экстрагирование частиц и их осаждение в коллекторной секции с низкой активностью и турбулентностью потока.

034191

B1

034191
B1

Область изобретения

Настоящее изобретение относится к каталитическому химическому реактору с разделением частиц. В частности, настоящее изобретение относится к реактору с сепаратором частиц, в котором используют принцип седиментации, который не зависит от местоположения частиц во входном потоке текучей среды. Реактор может представлять собой каталитический реактор с нисходящим потоком, который содержит расположенные один над другим в вертикальном направлении псевдооживленные слои каталитического материала в виде частиц. Этот тип реактора используют в нефтеперерабатывающей и химической промышленности для осуществления различных каталитических реакций, таких как конверсия серы и азота (гидрообессеривание/гидроденитрогенация, HDS/HDN); гидрогенизация олефинов (HYD) и ароматических соединений (гидродеароматизация - HDA), удаление металлов (гидродеметаллизация - HDM), конверсия кислорода (гидродеоксигенация - HDO) и гидрокрекинг (HC). В качестве альтернативы реактор является радиальным конвертером, в котором элементы полок должны крепиться к реактору. В реакторе используют радиальное направление потока, который пересекает псевдооживленные слои каталитического материала. Обычно его используют в нефтеперерабатывающей и химической промышленности для осуществления различных каталитических реакций, таких как каталитический риформинг и синтез аммиака.

Предпосылки к созданию изобретения

Процессы сепарации и классификации частиц хорошо изучены для потребностей химической, фармацевтической горнодобывающей и пищевой промышленности. Так как классификация частиц в промышленных процессах может требоваться для улучшения качества определенного продукта, классификация частиц может быть необходима для очистки потока текучей среды или для того, чтобы избежать проблем с технологическим оборудованием.

В некоторых случаях частицы специально присутствуют в технологическом потоке. Например, это верно для процессов сгорания на основании распыленного топлива или для производства фармацевтических средств или химических продуктов специального назначения с использованием порошковых технологий. В прочих случаях присутствие частиц не предусмотрено. Например, частицы присутствуют в потоке в некоторых установках для разделения сырой нефти, в выходящих потоках из псевдооживленного слоя, потоках продукта из реакторов Фишера-Тропша. Частицы могут присутствовать в потоке по различным причинам: они могут присутствовать в исходном сырье и в потоках других реагентов или они могут образовываться и накапливаться в результате работы технологического оборудования, как, например, продукты эрозии. Частицы могут быть твердыми или жидкими, могут иметь органическую природу, например гарь, кокс и смолы, или неорганическую природу, например соль, продукты изнашивания или коррозии и эрозии, например элементов из железа, или продукты изнашивания катализатора. Они могут быть жидкими, как, например, водный туман в некоторых процессах, и могут содержать живые организмы, например бактерии. Размер и форма частиц могут также значительно варьироваться - от частиц сферической формы до частиц в виде хлопьев, от миллиметров до нескольких микронов или менее. Если присутствие частиц нежелательно в расположенном далее по ходу процесса оборудовании, для удаления значительной части этих частиц перед попаданием потока в чувствительное оборудование зачастую используют фильтр или применяют другие технологии сепарации частиц, известные специалистам. Тем не менее, в некоторых процессах с течением времени эта проблема может быть или становиться более серьезной, например в случае, если возникновение частиц обусловлено эрозией и коррозией. В некоторых случаях установка оборудования для удаления частиц как отдельного функционального блока перед чувствительным оборудованием на практике невозможна.

Один частный пример проблем, обусловленных наличием частиц в потоке, может наблюдаться в процессах гидрообработки нефти. Исходный поток, который подают в реактор гидрообработки, зачастую содержит большое количество частиц. Когда исходный поток, содержащий большое количество частиц, подают в реактор гидрообработки, имеется тенденция к быстрому накоплению частиц на решетке или на катализаторе. Таким образом, будет необходима частая очистка соответствующих уровней слоя катализатора для сохранения перепадов давлений в реакторе на одном уровне. Зачастую приходится осуществлять очистку каждые 5-6 месяцев или даже 2-3 месяца.

Характеристика частиц, влияющих на реактор гидрообработки нефти, редко доступна. Фактически, частицы зависят от состава исходной нефти или параметров, связанных с процессом (ржавчины, солей, смол и т.д.). Сбор частиц из потока в ходе функционирования реактора, как правило, не осуществляют. Таким образом, характеристика частиц основывается на анализах, проводимых после завершения функционирования реактора, на результаты которых влияют существенные факторы неточности из-за накопления и окисления частиц.

Аналогичным образом, технологический газ, полученный в результате регенерации каталитического крекинга с флюидизированным катализатором (FCC), зачастую содержит частицами катализатора и продукты износа катализатора. Такой газ может подаваться в установку регенерации серы, зачастую в установку Клауса для регенерации элементарной серы, или в установку процесса WSA (отработанной серной кислоты) для регенерации серы в виде концентрированной серной кислоты. Такие реакторы являются каталитическими реакторами с неподвижным слоем, которые могут забиваться в случае исполь-

зования сырья с высоким содержанием частиц. Размер частиц, обычно присутствующих в потоке на выходе из блока регенерации каталитического крекинга с флюидизированным катализатором (FCC), составляет, как правило, 2-20 мкм или менее.

В документе US2009177023 описан фильтрационный лоток для реактора с неподвижным слоем с нисходящим параллельным потоком газа и жидкости.

С помощью такого устройства может осуществляться улавливание частиц, которые засоряют реактор и которые содержатся в потоке жидкости, подаваемом в реактор, функционирование которого осуществляется с использованием нисходящего параллельного потока газа и жидкости со специальной распределительной тарелкой, содержащей фильтрующий материал. Такое устройство может применяться при селективной гидрогенизации потоков, содержащих ацетиленовые и диеновые соединения.

В документе EP0358923 описаны способ и устройство для очистки неочищенного газа, полученного в результате газификации твердых веществ. В способе и в устройстве для очистки неочищенного газа, полученного в результате газификации твердых веществ, содержащего пылеобразные частицы твердых веществ и частицы в виде гранул, используют раствор, с помощью которого удаляют значительную долю частиц твердых веществ любого размера из неочищенного газа до подачи в охлаждающие устройства, расположенные далее по ходу процесса. Это обеспечивается тем, что неочищенный газ подают на первый этап очистки из зоны газификации в прямой линии в направлении пространства, где содержится газ, в результате чего частицы твердых веществ в виде гранул осаждаются на дне пространства, где содержится газ, а затем на втором этапе очистки частично очищенный газ отводят в боковом направлении из пространства, где содержится газ, и скорость потока снижается по меньшей мере три раза, и после дальнейшего отвода газа газ подают практически в вертикальном направлении через фильтр для твердых веществ, с помощью которого осуществляют удаление пылевидных частиц твердых веществ из неочищенного газа.

Несмотря на вышеуказанный известный уровень техники, существует необходимость в реакторе с сепаратором частиц, с помощью которого обеспечивалось бы продолжительное эффективное функционирование реактора в условиях, когда в подаваемом в реактор потоке текучей среды присутствуют какие-либо примеси в виде частиц.

Краткое изложение сущности изобретения

В соответствии с настоящим изобретением описывается новый каталитический химический реактор, содержащий систему для сепарации частиц.

Согласно настоящему изобретению частицы отделяются от проходящего потока текучей среды путем их улавливания в зоне седиментации. Улавливание частиц осуществляют путем применения потока текучей среды с S-образной траекторией в сепараторе частиц. Когда поток текучей среды проходит по S-образной траектории, происходит отделение частиц в направлении наружу и (с помощью гравитации) вниз, после чего частицы осаждаются в части сепаратора с низкой активностью потока.

Признаки изобретения

1. Каталитический реактор с разделением частиц для осуществления химических реакций, содержащий сепаратор частиц для отделения частиц, содержащихся в поступающем в реактор потоке текучей среды, при этом указанный сепаратор частиц содержит опорную плиту, по меньшей мере один входной канал, содержащий выходное отверстие входного канала, по меньшей мере один отклонитель потока текучей среды, по меньшей мере одну коллекторную секцию, по меньшей мере одну переходную трубу, содержащую входное отверстие переходной трубы, расположенное над опорной плитой, и выходное отверстие переходной плиты, расположенное под опорной плитой, отличающийся тем, что каждое из выходных отверстий входного канала расположено напротив по меньшей мере одного отклонителя потока текучей среды и указанный по меньшей мере один отклонитель потока текучей среды расположен ниже уровня входных отверстий по меньшей мере одной переходной трубы.

2. Каталитический реактор с разделением частиц по признаку 1, содержащий один входной канал, одно выходное отверстие входного канала, один отклонитель потока текучей среды и множество переходных труб.

3. Каталитический реактор с разделением частиц по признаку 1, содержащий один входной канал, одно выходное отверстие входного канала, один отклонитель потока текучей среды и множество переходных труб.

4. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих признаков, отличающийся тем, что по меньшей мере один входной канал имеет круглое поперечное сечение и по меньшей мере один отклонитель потока текучей среды имеет вогнутую форму.

5. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих признаков, отличающийся тем, что опорная плита имеет круглую форму и по меньшей мере одно выходное отверстие входного канала расположено над центром опорной плиты, по меньшей мере один отклонитель потока текучей среды расположен в неподвижном соединении с опорной плитой и в центре верхней стороны опорной плиты и по меньшей мере одна переходная труба расположена в неподвижном соединении с опорной плитой и на периферийной части опорной плиты.

6. Каталитический реактор с разделением частиц по признаку 5, отличающийся тем, что по меньшей мере одна переходная труба установлена на опорной плите под наклоном внутрь относительно вертикали.

7. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих признаков, отличающийся тем, что входные отверстия по меньшей мере одной переходной трубы развернуты от выходного отверстия по меньшей мере одного входного канала и по меньшей мере одного отклонителя потока текучей среды.

8. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих признаков, отличающийся тем, что по меньшей мере один отклонитель потока текучей среды имеет круглую форму.

9. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих признаков, отличающийся тем, что указанный реактор представляет собой реактор гидроочистки.

10. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих признаков, отличающийся тем, что верхняя часть реактора имеет куполообразную форму, опорная плита расположена под или внутри нижней части купола, сепаратор частиц расположен внутри купола, выходное отверстие по меньшей мере одного входного канала расположено у дна купола относительно входного отверстия по меньшей мере одной переходной трубы и входное отверстие по меньшей мере одной переходной трубы расположено около верха купола относительно выходного отверстия по меньшей мере одного входного канала.

11. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих признаков, дополнительно содержащий стабилизатор потока, расположенный внутри входного канала, для обеспечения поршневого режима потока поступающего потока текучей среды.

12. Каталитический реактор с разделением частиц по признаку 11, отличающийся тем, что стабилизатор потока имеет конусообразную форму и расположен концентрически с входным каналом с заостренным вверху концом конуса в направлении, противоположном поступающему потоку текучей среды.

13. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих признаков, дополнительно содержащий по меньшей мере один делитель потока выходного отверстия входного канала, с помощью которого выходящий поток разделяют на множество выходных каналов для обеспечения низкой скорости потока текучей среды, которая выходит из входного канала.

14. Каталитический реактор с разделением частиц по признаку 13, отличающийся тем, что делители потока выходного отверстия входного канала имеют коническую форму и указанное множество выходных каналов имеют равную площадь входного отверстия.

Краткое описание чертежей

Далее изобретение поясняется в сочетании с прилагаемыми чертежами, которые иллюстрируют примеры вариантов осуществления изобретения.

На фиг. 1 приведена изометрическая проекция сепаратора частиц для каталитического химического реактора (не показан) в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения;

на фиг. 2 приведен вид сбоку в разрезе (изометрическая проекция) сепаратора частиц для каталитического химического реактора (не показан) в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения.

Номера позиций:

01 - сепаратор частиц;

02 - опорная плита;

03 - входной канал;

04 - выходное отверстие входного канала;

05 - отклонитель потока текучей среды;

06 - коллекторная секция;

07 - переходная труба;

08 - входное отверстие переходной трубы;

09 - выходное отверстие переходной трубы;

10 - стабилизатор потока входного канала;

11 - делитель потока выходного отверстия входного канала.

Описание чертежей

Варианты осуществления изобретения описываются более подробно ниже со ссылкой на чертежи, фиг. 1 и 2.

Каталитический реактор (не показан) содержит полый верхний отдел, куда поступает технологический газ. В таком незаполненном пространстве может быть установлен сепаратор 01 частиц, который будет выполнять функцию сепарации для способа без необходимости дополнительного места в реакторе. Такой сепаратор частиц содержит опорную плиту 02, которая в этом варианте осуществления изобретения представляет собой имеющуюся верхнюю плиту реактора. Технологический газ поступает в реактор через входной канал 03 и выходит в верхнюю часть реактора (которая в этом случае представляет собой сепаратор частиц) через выходное отверстие 04 входного канала. В одном из вариантов осуществления изобретения каталитический реактор с разделением частиц содержит стабилизатор 11 потока, который

расположен внутри входного канала для обеспечения поршневого режима потока поступающего потока текучей среды.

Стабилизатор потока может иметь конусообразную форму и может быть расположен концентрически с входным каналом с заостренным вверху концом конуса в направлении, противоположном поступающему потоку текучей среды.

Поток технологической текучей среды направлен вниз, когда он выходит из входного канала. Затем под выходным отверстием входного канала по направлению движения потока технологической текучей среды расположен отклонитель 05 потока текучей среды, который находится на опорной плите, в ее центре. Отклонитель потока текучей среды имеет вогнутую форму и круговой внешний край с диаметром, большим диаметра выходного отверстия входного канала. Таким образом, когда поток текучей среды поступает вниз и встречается с центральной частью отклонителя потока текучей среды, поток отклоняется в радиальном направлении в стороны и вверх с равномерным распределением по всей круговой площади отклонителя потока текучей среды и далее в коллекторную секцию 06 сепаратора частиц. В соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения опорная плита сама по себе может выступать в качестве отклонителя потока текучей среды, в этом случае отсутствует необходимость в наличии отдельной плиты отклонителя потока текучей среды. В соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения у выходного отверстия входного канала расположен по меньшей мере один делитель 10 потока выходного отверстия входного канала, с его помощью выходящий поток разделяют на несколько выходных каналов для обеспечения низкой скорости потока текучей среды, которая выходит из входного канала. Делители потока выходного отверстия входного канала могут иметь коническую форму и могут быть расположены таким образом, что множество выходных каналов имеют равную площадь входного отверстия.

Коллекторная секция представляет собой все пространство над опорной плитой внутри полого отдела реактора, исключая пространство, занятое отклонителем потока текучей среды и переходными трубами 07.

Сепаратор частиц содержит четыре переходных трубы, которые расположены равномерно во внешней зоне опорной пластины. Трубы наклонены к центральной оси сепаратора частиц относительно вертикали. Входное отверстие 08 переходной трубы расположено в верхней части каждой переходной трубы, при этом оно развернуто от выходного отверстия входного канала. Переходные трубы нужны для того, чтобы выходное отверстие для отвода потока текучего продукта из сепаратора частиц располагалось значительно выше выходного отверстия входного канала таким образом, чтобы поток текучей среды поступал от выходного отверстия входного канала к входному отверстию переходной трубы по S-образной траектории. При таком движении потока частицы, содержащиеся в потоке текучей среды, из-за своей плотности могут быть выдавлены из S-образной траектории потока текучей среды и осаждаются в зоне коллекторной секции с низкой активностью потока или с низкой турбулентностью. Такая зона в значительной степени будет находиться в части опорной плиты, расположенной у внешней периферии сепаратора частиц. После того как поток текучей среды покидает выходное отверстие входного канала, поток распределяется в радиальном направлении на гораздо большей площади, чем площадь поперечного сечения входного канала. Таким образом, скорость потока снижается и количество частиц, захваченных потоком текучей среды, уменьшается.

Кроме того, эффективному отделению частиц от потока способствует направленное вверх движение потока текучей среды. Таким образом, конструкция и положение выходного отверстия входного канала относительно входных отверстий переходных труб обеспечивают отделение частиц от потока текучей среды и их осаждение в коллекторной секции, удаление частиц из сепаратора частиц может осуществляться в ходе технического обслуживания.

После осуществления сепарации частиц технологический газ подают для дальнейшей обработки в реактор под опорной плитой через переходные трубы и через выходные отверстия 09 переходных труб.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Каталитический реактор с разделением частиц для процесса гидрообработки нефти, содержащий сепаратор частиц для отделения частиц из поступающего в реактор потока текучей среды, при этом указанный сепаратор частиц содержит опорную плиту, по меньшей мере один входной канал, содержащий выходное отверстие входного канала и расположенный над центром опорной плиты, по меньшей мере один отклонитель потока текучей среды, расположенный в неподвижном соединении с опорной плитой и в центре верхней стороны опорной плиты, по меньшей мере одну коллекторную секцию, по меньшей мере одну переходную трубу, расположенную в неподвижном соединении с опорной плитой и на периферийной части опорной плиты и содержащую входное отверстие переходной трубы, расположенное над опорной плитой, и выходное отверстие переходной плиты, расположенное под опорной плитой, где каждое из выходных отверстий входного канала расположено напротив по меньшей мере одного отклонителя потока текучей среды и указанный по меньшей мере один отклонитель потока текучей среды расположен ниже уровня входных отверстий по меньшей мере одной переходной трубы, посредством чего частицы отделяются из поступающего потока текучей среды путем обеспечения S-образной траектории движения частиц поступающего потока текучей среды от выходного отверстия входного канала через отклонитель потока текучей среды и далее к входному отверстию переходной трубы таким образом, что частицы отбрасываются за пределы потока и осаждаются с помощью гравитации на опорной плите.

2. Каталитический реактор с разделением частиц по п.1, содержащий один входной канал, одно выходное отверстие входного канала, один отклонитель потока текучей среды и множество переходных труб.

3. Каталитический реактор с разделением частиц по п.1, отличающийся тем, что опорная плита выполнена с возможностью дополнительно выступать в качестве отклонителя потока текучей среды.

4. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что по меньшей мере один входной канал имеет круглое поперечное сечение и по меньшей мере один отклонитель потока текучей среды имеет вогнутую форму.

5. Каталитический реактор с разделением частиц по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере одна переходная труба на опорной плите наклонена внутрь относительно вертикали.

6. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что входные отверстия по меньшей мере одной переходной трубы развернуты от выходного отверстия по меньшей мере одного входного канала и по меньшей мере одного отклонителя потока текучей среды.

7. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что по меньшей мере один отклонитель потока текучей среды имеет круглую форму.

8. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что указанный реактор представляет собой реактор гидроочистки.

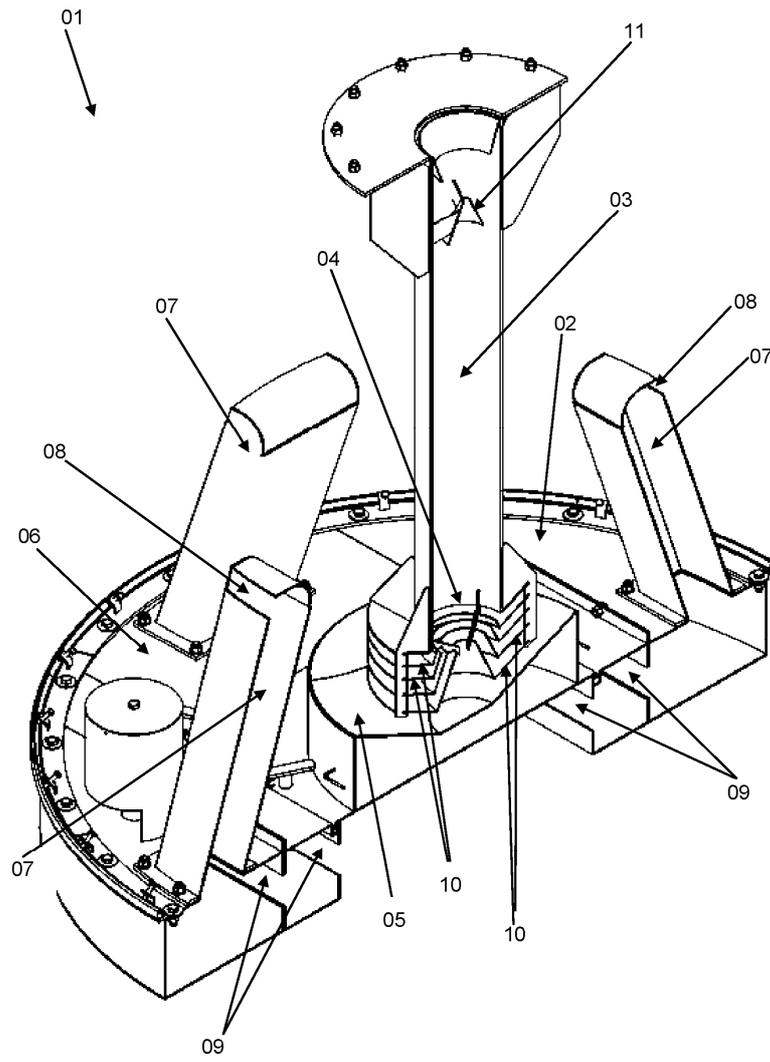
9. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что верхняя часть реактора имеет куполообразную форму, опорная плита расположена под или внутри нижней части купола, сепаратор частиц расположен внутри купола, выходное отверстие по меньшей мере одного входного канала расположено у дна купола относительно входного отверстия по меньшей мере одной переходной трубы и входное отверстие по меньшей мере одной переходной трубы расположено около верха купола относительно выходного отверстия по меньшей мере одного входного канала.

10. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащий стабилизатор потока, расположенный внутри входного канала, для обеспечения поршневого режима потока поступающего потока текучей среды.

11. Каталитический реактор с разделением частиц по п.10, отличающийся тем, что стабилизатор потока имеет конусообразную форму и расположен концентрически с входным каналом с заостренным верху концом конуса в направлении, противоположном поступающему потоку текучей среды.

12. Каталитический реактор с разделением частиц по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащий по меньшей мере один делитель потока выходного отверстия входного канала, с помощью которого выходящий поток разделяется на множество выходных каналов для обеспечения низкой скорости потока текучей среды, которая выходит из входного канала.

13. Каталитический реактор с разделением частиц по п.12, отличающийся тем, что делители потока выходного отверстия входного канала имеют коническую форму и указанное множество выходных каналов имеют равную площадь входного отверстия.



Фиг. 2

