

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 201691630 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2017.01.30

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

(22) Дата подачи заявки  
2015.02.16

---

(54) РЕАКТОР ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

---

(31) 14155885.8

(32) 2014.02.20

(33) EP

(86) PCT/EP2015/053206

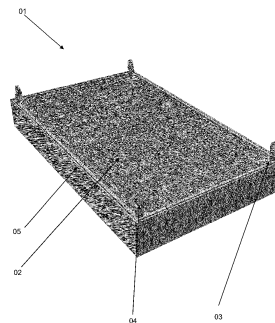
(87) WO 2015/124527 2015.08.27

(71) Заявитель:  
ХАЛЬДОР ТОПСЁЭ А/С (DK)

(72) Изобретатель:  
Бергстрём Еспер (DK)

(74) Представитель:  
Беляева Е.Н. (BY)

(57) Реактор для проведения каталитического процесса, включающий один или более слоев катализатора с подложками для слоев катализатора, выполненными в виде решетки, содержащей множество кассет (01), которые покрыты легкоъемными экранами (02). Тем самым уменьшается период простоя и расходы по использованию реактора.



A1

201691630

201691630

A1

## **Реактор для проведения каталитического процесса**

### **ОБЛАСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Настоящее изобретение относится к реактору, включающему подложку катализатора, в частности, к реактору гидроочистки с несколькими слоями катализатора, где для каждого слоя катализатора предусмотрена подложка. В частности, подложка катализатора предназначена для применения в каталитических реакторах с радиальным потоком и реакторах, где поток направлен сверху вниз, включающих расположенные один над другим в вертикальном направлении псевдооживленные слои каталитического материала в виде частиц, в которых жидкость, смесь жидкости и газа или пары подвергаются обработке при прохождении через псевдооживленные слои. 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), а также для реакций синтеза.

### **ПРЕДПОСЫЛКИ К СОЗДАНИЮ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Гидроочистку осуществляют в каталитическом реакторе гидроочистки, который является основным элементом установки гидроочистки. Каталитические реакторы гидроочистки могут иметь один или более слоев катализатора. Количество слоев катализатора в одном реакторе определяется с учетом максимальной высоты слоя для каждого отдельного процесса и функции реактора. При этом учитываются несколько ограничительных факторов. Такие факторы включают активность и селективность катализатора, срок службы катализатора, факторы распределения потока и требования безопасности.

Для фиксации одного или более слоев катализатора в реакторе необходима подложка, однако, такая подложка также должна обеспечивать возможность прохождения технологической текучей среды, которые подвергаются переработке

в слоях реактора. Опорные решетки подложки катализатора в реакторе изготавливаются из нескольких кассет, масса каждой из которых составляет 100 - 500 кг. Так как время демонтажа и монтажа опорной решетки подложки катализатора зачастую определяется продолжительностью использования крана, то время демонтажа обычно составляет около 2 дней, приблизительно столько же, сколько и время монтажа. Опорная решетка подложки катализатора покрыта экраном для удерживания частиц катализатора. Для того чтобы обеспечить возможность прохождения технологической текучей среды через подложку, этот экран может быть изготовлен, например, из тканой проволочной сетки, штампованного элемента или из сварочных проволок и прутков.

В ходе эксплуатации на эффективность функционирования такого экрана могут негативно воздействовать, например, такие факторы как коксообразование, повреждения, полученные при обслуживании, например, при возведении подмостков сверху экрана, и, в некоторых случаях, коррозия. В случае таких повреждений необходимо демонтировать опорную решетку подложки, отнести поврежденную кассету в ремонтную мастерскую, где производят её очистку и ремонт. Демонтаж и ремонт являются трудоёмкими и занимают много времени. Некоторые типы экранов, например, некоторые экраны из сварочных проволок и прутков не поддаются ремонту, и необходима замена всей кассеты новой.

В документе US2012237415 описана модульная подложка слоя катализатора, которая может использоваться для увеличения количества слоев катализатора, которые размещаются в реакторе. Модульная подложка слоя катализатора может включать решётку со множеством отверстий и модулей, которые вставлены в отверстия решётки. Модульная подложка слоя катализатора может лежать на расположенном ниже слое катализатора, в результате чего может быть снижена или исключена необходимость в присоединении модульной подложки слоя катализатора к стенкам реактора.

Документ US2013064731 относится к выгнутой вверх подложке неподвижного слоя катализатора для реактора гидроочистки. Такая подложка слоя катализатора включает выгнутую вверх пластину кольцевой формы, наружная сторона которой сообщается с внутренней поверхностью реактора, а внутренняя сторона сообщается с горизонтальным сердцевинным узлом.

В документе US2745722 описан реактор, включающий стенку, образующую реакционную камеру, которая содержит расположенный горизонтально слой высокодисперсного катализатора, уплотнительное устройство для размещения свежего катализатора на периферийном крае указанного слоя катализатора для компенсации его радиального сжатия, при этом указанное уплотнительное устройство включает газонепроницаемое уплотнение в указанной стенке над указанным слоем катализатора, поворотный трубопровод с относительно малым поперечным сечением, который поступает в указанную камеру через указанное уплотнение и оканчивается в конце сброса в точке сверху и вблизи от периферийного края указанного слоя катализатора, и подсоединенное к указанному трубопроводу устройство для поддержки указанного конца сброса в точке сверху и вблизи от периферийного края при вращении указанного трубопровода.

В документе US2860860 описано полотно тарелки для колонны газожидкостного контакта. Оно включает несколько расположенных параллельно балок, перекрывающих колонну и поддерживаемых на концах кольцевым фланцем, который прикреплен, например, с помощью сварки, к корпусу колонны, а также множество секций перекрытия, которые проходят в поперечном направлении между расположенными рядом балками, и которые имеют вдоль поперечных краев выступающие вниз укрепляющие фланцы проходящие между балок. Перекрытие дополнено секциями перекрытия, которые частично лежат на балке, а частично – на фланце, при этом края секций, примыкающих к корпусу, закруглены. Балки прикрепляются к фланцу с помощью зажимных элементов, которые скреплены между собой болтом, который может проходить через отверстие в верхнем фланце балки, или верхний фланец может иметь выемку, где будет размещаться стержень болта. Секции перекрытия могут быть изготовлены из тонколистового металла, например, из нержавеющей стали, никеля или монель-металла (PTM) и должны быть такого размера, чтобы оставалось пространство между смежными секциями на балках и между секциями и корпусом колонны, чтобы компенсировать расширение. Секции имеют несколько пробитых прорезей с острыми или закругленными краями, чтобы общая площадь прорезей составляла от 7 до 50% от общей площади тарелки. Секции имеют расположенные по центру укрепляющие элементы, прикрепленные к их нижней

части, а поперечные боковые кромки секций выгнуты вниз, образуя укрепляющие фланцы, также они могут иметь кончик, повернутый вовнутрь от фланца под укрепляющим элементом. Продольные края секций выступают за фланцы. Секции имеют одинаковую конструкцию за исключением того, что они имеют лишь один поперечный укрепленный край, а укрепляющие элементы не доходят до выгнутых краев секций. Секции крепятся к бакам с помощью болтов и шайб, при этом шайбы имеют такой размер, чтобы заходить на крайние части смежных секций и швы болтов, проходящих между секциями, в которых, при необходимости, делают для этой цели выемки. В каждом полотне тарелки предусмотрена секция, служащая в качестве лаза, она закрепляется с помощью крепежных элементов со съемными гайками с каждой стороны болта с резьбой, при этом к центральной части прикреплен пластина, которая может располагаться между смежными продольными краями и предотвращать вращение крепежного элемента.

В документе US2012156111A описана структура и способ добавления платформы со слоем катализатора в уже имеющийся реактор без приваривания ее к структурной части стенок реактора. Конструкция такой структуры включает компоненты, которые могут проходить через имеющееся отверстие в реакторе. Такая структура позволяет разделять слой катализатора в имеющемся реакторе на слои катализатора с уменьшенным отношением длины к диаметру.

В документе US5891405A описан реактор для проведения экзотермического гетерогенного каталитического синтеза, включающий, по меньшей мере, один каталитический слой, расположенный в цилиндрическом корпусе, оборудованный нижней пластиной для размещения катализатора, и, по меньшей мере, один поддерживающий упор для нижней пластины, который выходит за пределы корпуса, и включает поддерживающее устройство для герметизации катализатора, включающее кольцевой элемент, размещенный между упором и нижней пластиной. Кольцевой элемент крепится съемным образом на нижней пластине, для него предусмотрен коэффициент термического расширения практически равный коэффициенту термического расширения для корпуса.

В документе EP0602288 описан реактор со слоем подвижного катализатора, включающий в значительной степени вертикальную

цилиндрическую емкость, в верхней части которой предусмотрено отверстие для подачи катализатора и отверстие для подачи реагента, а в нижней части – выходное отверстие для катализатора и выходное отверстие для выходящего потока, с устройством для сепарации, которое расположено в емкости возле его нижней части, при этом устройство для сепарации включает сужающуюся книзу подложку для катализатора, внешний край которой примыкает к стенке емкости, и центральное отверстие, которое связано непосредственно с выходным отверстием для катализатора, при этом подложка для катализатора снабжена перфорациями и устройствами для отвода газа или жидкости с экранами, которые предотвращают выход катализатора, при этом указанные устройства для отвода газа или жидкости расположены над перфорациями и соединены с подложкой катализатора.

В документе US6878351 описана поддерживающая конструкция для катализатора, которая может использоваться, например, в реакторе окисления аммиака, которая включает несколько первичных держателей, расположенных над слоем катализатора, решетчатый узел, который расположен под слоем катализатора, и на котором лежит слой катализатора, при этом указанный решетчатый узел подвешивается к первичным держателям с использованием устройства для подвешивания, которое проходит через слой катализатора. Предпочтительно, поддерживающая конструкция включает статическое устройство стартовой горелки в виде одной или нескольких перфорированных труб примыкающих к первичным держателям.

В документе WO9110496, описан каталитический реактор для газофазных реакций. Реактор включает корпус, пористую пластину подложки для катализатора, которая размещается в корпусе, слой катализатора в виде частиц, который размещается в корпусе, и волокнистую фильтрующую прокладку, которая предотвращает выход частиц катализатора из корпуса. Фильтрующая прокладка устойчива к забиванию отверстий и обеспечивает низкое падение давления в различных частях реактора.

В документе US5527512 описан легкая по весу и простая в изготовлении конструкция подложки катализатора, которая обеспечивает прохождение газа или жидкости в слой катализатора с равномерным распределением. Конструкция подложки для слоя подвижного катализатора в реакторе с подвижным слоем с направленным вверх движением текучей фазы, имеет конусообразную форму с расширением диаметра кверху. Конструкция подложки включает раковиннообразный узел подложки, первый сетчатый слой, включающий крупноячеистые элементы, и второй сетчатый слой с размером ячейки, не пропускающим частицы катализатора. Первый сетчатый слой лежит на узле подложки, а второй сетчатый слой лежит на первом сетчатом слое. Раковиннообразный узел подложки включает круговую нижнюю пластину, которая расположена перпендикулярно центральной линии реактора, и боковую стенку, которая имеет форму усеченного конуса, которая идет вверх от края нижней пластины. Нижняя пластина и боковая стенка выполнены в основном из перфорированных пластин, через которые проходит текучая фаза. Под раковиннообразным узлом подложки предусматривается несколько цилиндрических направляющих потока различного диаметра.

Существует необходимость в реакторе с подложкой катализатора, обеспечивающей возможность простого и быстрого технического обслуживания и замены для уменьшения периода простоя реактора и, соответственно, уменьшения расходов по обслуживанию.

#### КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Соответственно, настоящим изобретением предоставляется реактор с подложкой катализатора, обеспечивающей возможность простого технического обслуживания, так как она снабжена экранной частью, которая может быть быстро снята, и может быть быстро произведена ее замена без демонтажа кассет опорной решетки подложки. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления изобретения экран может заменяться вручную.

Реактор, приспособленный для проведения каталитического процесса, по пункту 1 формулы изобретения, представляет собой реактор с одним или более слоями катализатора, при этом каждый из слоев содержит множество гранул

катализатора. Для размещения слоев катализатора реактор содержит нижнюю подложку для каждого слоя катализатора. Подложка выполнена в виде решетки, например, в виде нескольких стальных балок и также включает множество кассет, которые лежат на балках. Кассеты герметично соединены между собой для предотвращения прохождения мимо технологического газа, что приведет к неравномерному распределению потока технологического газа через слой химически активного катализатора. Из-за решетчатой структуры кассет технологический газ способен проходить через кассеты, но так как гранулы катализатора имеют, как правило, размер меньший, чем размер отверстий в решетке кассеты, сверху решетки кассеты расположен дополнительный экран, размер отверстий которого достаточно велик для пропускания потока технологической текучей среды, но достаточно мал для удерживания гранул катализатора, и вместе с решеткой они образуют нижнюю подложку для слоя катализатора.

Каждая кассета может иметь массу 100 - 500 кг. Таким образом, время демонтажа и монтажа опорной решетки подложки катализатора может определяться продолжительностью использования крана, в соответствии с объяснением выше. В результате этого демонтаж и монтаж подложки слоя катализатора происходит медленно и требует больших затрат. Для решения этой проблемы экран, размещенный сверху кассетной решетки, крепится к указанной кассете по пункту 1 формулы изобретения с помощью быстроразъемного соединения. Таким образом, экран может быть снят вручную, так как он значительно легче, чем вся кассета.

В соответствии с частным вариантом осуществления изобретения площадь каждого отверстия в экране составляет от  $500 \text{ мм}^2$  до  $0,1 \text{ мм}^2$ . Площадь каждого отверстия по пункту 1 формулы изобретения достаточно мала для удерживания гранул катализатора, так как это является основной функцией экрана. Однако, для того, чтобы снизить потерю давления технологического газа и для экономии материала и снижения производственных затрат, размер отверстий должен быть по возможности максимально большой при сохранении функции подложки. Из-за того, что в ходе функционирования частицы катализатора могут разрушаться, необходимо исходить из меньшего размера частиц, чем фактический размер частиц катализатора при помещении его в реактор. Отверстия могут иметь любую



пригодную форму, соответствующую функции и требованиям по стоимости производства. Примерами формы могут быть квадратная, прямоугольная или любая другая пригодная форма. В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения площадь каждого отверстия в экране составляет от  $100 \text{ мм}^2$  до  $1 \text{ мм}^2$  по вышеуказанным причинам.

В соответствии с другими вариантами осуществления изобретения экран может иметь различную структуру. В одном из вариантов осуществления изобретения экран изготовлен из тканой проволочной сетки. Проволока должна обладать достаточной прочностью для того, чтобы выдерживать вес слоя катализатора вместе с давлением, воздействию которого подвергается слой катализатора при прохождении потока технологического газа в ходе функционирования. Тем не менее, необходимую поддержку экрана может обеспечивать расположенная под ним опорная решетка кассеты, в этом случае калибр проволоки может быть уменьшен. Для поддержки проволочной сетки, в соответствии с данным вариантом осуществления изобретения, конструкция может включать внешнюю раму, к которой крепятся концы проволоки, из которой изготовлена проволочная сетка. В соответствии с частным случаем данного варианта осуществления изобретения сетка изготавливается не только из проволоки, но из комбинации сварочных проволок и прутков. В соответствии с таким частным случаем прутки обеспечивают большую прочность экрана по сравнению с проволокой (так как прутки сами по себе обладают большей прочностью).

В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения экран может включать штампованный элемент, например, в виде стальной пластины с комбинацией отверстий, проделанных любым известным специалистам способом. Отверстия могут быть сделаны путем штамповки или лазерного резания стальной пластины.

В соответствии с частным вариантом осуществления изобретения масса экрана составляет менее 100 кг, в результате чего его можно снять вручную с использованием ручных инструментов или вручную несколькими людьми. В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения экран можно

снять вручную одним человеком, так как в этом варианте осуществления изобретения масса экрана составляет менее 25 кг.

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения экран крепится к расположенной под ним кассете с помощью быстроразъемного соединения. Это позволяет крепить экран к кассете или снимать экран вручную или с использованием ручных инструментов менее чем за 30 мин или менее чем за 5 мин. (для каждого экрана). Точное время зависит от многих параметров, например, от количества свободного места для персонала для производства операций обслуживания экрана, массы экрана, типа разъемного устройства. Можно упомянуть следующие несколько примеров устройств известных специалистам, которые может включать разъемное устройство: обычный винт или гайка, винт или гайка с отверстиями, быстроразъемное коленно-рычажное соединение, эксцентричное быстроразъемное соединение. В соответствии с описанием выше, быстроразъемное соединение позволяет снимать экран вручную или с использованием ручных инструментов.

В соответствии с частным вариантом осуществления изобретения экран может иметь прямоугольную форму и может крепиться к кассете, расположенной под ним, в четырех углах. В частном варианте осуществления изобретения реактор включает экраны, большинство из которых имеет прямоугольную форму. При использовании кассет и экранов прямоугольной формы в реакторе круглой формы множество кассет и экранов будут иметь форму отличную от прямоугольной, например, треугольную с двумя прямыми сторонами и третьей дугообразной стороной для того, чтобы заполнить все поперечное сечение реактора.

В частном варианте осуществления изобретения реактор представляет собой реактор гидроочистки, в соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения реактор используют в процессе гидроочистки.

Признаки изобретения:

1. Реактор для каталитического процесса с одним или более слоями гранул катализатора, включающий нижнюю подложку для каждого из указанных слоев катализатора, при этом указанная подложка выполнена в виде решетки, содержащей множество кассет, причем каждая кассета покрыта проницаемым экраном с отверстиями, которые имеют размер, достаточно большой для пропускания потока технологической текучей среды, но достаточно малый для удержания гранул катализатора, при этом указанный экран крепится к указанной кассете с возможностью перемещения, и его замена может производиться вручную.
2. Реактор по признаку 1, **отличающийся тем**, что площадь каждого отверстия экрана составляет от  $500 \text{ мм}^2$  до  $0,1 \text{ мм}^2$ .
3. Реактор по признаку 1, **отличающийся тем**, что площадь каждого отверстия экрана составляет от  $100 \text{ мм}^2$  до  $1 \text{ мм}^2$ .
4. Реактор по любому из предшествующих признаков, **отличающийся тем**, что экран изготовлен из тканой проволочной сетки.
5. Реактор по любому из признаков 1 - 3, **отличающийся тем**, что экран изготовлен из сварочных проволок и прутков.
6. Реактор по любому из признаков 1 - 3, **отличающийся тем**, что экран изготовлен из штампованного элемента.
7. Реактор по любому из предшествующих признаков, **отличающийся тем**, что масса экрана составляет менее 100 кг.
8. Реактор по любому из признаков 1 - 6, **отличающийся тем**, что масса экрана составляет менее 25 кг.
9. Реактор по любому из предшествующих признаков, **отличающийся тем**, что экран крепится к кассете с помощью быстроразъемного соединения, что позволяет осуществлять крепление или отделение экрана от кассеты вручную или с использованием ручных инструментов менее чем за 30 мин.

10. Реактор по любому из предшествующих признаков, **отличающийся тем**, что экран крепится к кассете с помощью быстроразъемного соединения, что позволяет осуществлять крепление или отделение экрана от кассеты вручную или с использованием ручных инструментов менее чем за 5 мин.

11. Реактор по любому из предшествующих признаков, **отличающийся тем**, что большинство экранов в реакторе имеет прямоугольную форму, и каждый из экранов крепится к кассете в каждом из его четырех углов.

12. Реактор по любому из предшествующих признаков, **отличающийся тем**, что реактор представляет собой реактор гидроочистки, реактор гидрогенизации, реактор процесса TIGAS (улучшенный синтез бензина Топсе) или реактор метанаии.

13. Применение реактора по любому из признаков 1 - 12 для проведения процесса гидроочистки, процесса гидрогенизации, процесса TIGAS или процесса метанаии.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Далее изобретение поясняется с помощью прилагаемых чертежей, которые иллюстрируют примеры вариантов осуществления изобретения.

На Фигуре 1 приведен вид сверху (изометрическая проекция) кассеты с экраном в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения.

На Фигуре 2 приведен вид сверху (изометрическая проекция) кассеты без экрана в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения.

На Фигуре 3 приведен вид сверху (изометрическая проекция) экрана в виде штампованного элемента в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения, и

На Фигуре 4 приведен вид сверху (изометрическая проекция) экрана в виде проволочной сетки в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения.

## Номера позиций

01. Кассета
02. Экран.
03. Рама.
04. Быстроразъемное соединение.
05. Сторона.
06. Решетка кассеты.
07. Стрежень с резьбой для быстроразъемного соединения.
08. Штампованные отверстия.
09. Поддерживающий край.
10. Крепежные отверстия.
11. Проволочная сетка.

## ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Несколько вариантов осуществления изобретения описаны более подробно ниже со ссылкой на чертежи.

Фигура 1 иллюстрирует вариант осуществления кассеты 01, которая покрыта экраном 02. Такая кассета размещается рядом со множеством аналогичных кассет (не показаны), она служит в качестве нижней подложки для слоя катализатора (не показан) в реакторе для каталитического процесса с одним или более слоями гранул катализатора. Кассета имеет прямоугольную форму с четырьмя сторонами 05 и снабжена решеткой из перекрещивающихся стальных профилей для поддержки экрана. Четыре боковых края экрана поддерживаются рамой 03. В этом варианте осуществления изобретения экран изготовлен из тканой проволочной сетки. Концы проволоки приварены к раме для поддержки и обеспечения прочности. В каждом углу прямоугольной рамы расположено крепежное отверстие (на этом изображении не показано), которое обеспечивает возможность крепления рамы и экрана к кассете с помощью быстроразъемного соединения 04. В этом варианте осуществления изобретения быстроразъемное соединение представляет собой гайки с кольцом, которые могут быть легко и быстро отвинчены с помощью простого ручного инструмента, такого как стержень, и вручную. Таким образом, экран можно быстро снять для очистки или замены в случае повреждений, в соответствии с настоящим вариантом осуществления – менее чем за 5 мин. Также, в соответствии с настоящим вариантом осуществления экран вместе с рамой весит менее 40 кг, таким образом, может быть снят одним человеком без необходимости использования кранового оборудования, что является не экономичным и требует много времени.

На Фигуре 2 показана кассета, аналогичная кассете, изображенной на Фигуре 1, отличие состоит в том, что здесь она показана без экрана, таким образом, здесь лучше видна указанная решетка кассеты 06 из перекрещивающихся стальных профилей для поддержки экрана. Для того чтобы обеспечить прочность подложки гранул катализатора и, одновременно, возможность прохождения технологического газа с минимальным падением давления стальные профили сделаны высокими и узкими. Также, на Фигуре 2 показана кассета без гаек с кольцом, таким образом, видны стрелки с резьбой для

быстроразъемного соединения 07. Также видно, что кассета включает опорную кромку на верхней части внутренней стороны по всем четырем сторонам для поддержки рамы экрана при установке.

На Фигуре 3 и Фигуре 4 показаны разные типы экранов. На Фигуре 3 показан экран, в котором отверстия 08 проделаны с помощью штамповки. Такой экран может быть изготовлен из цельного куска металла, при этом отверстия могут быть проделаны, например, с помощью лазерной резки, штамповки или любой другой подходящей технологии, известной специалистам. Конструкция может не включать раму, так как путем загибания четырех краев металлической пластины может быть получен поддерживающий край 09. Как уже было указано, в каждом из углов имеются крепежные отверстия 10 для крепления экрана к кассете.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения, изображенным на Фигуре 4, экран выполнен из тканой проволочной сетки 11, которая поддерживается стальной рамой 03. Концы проволоки могут быть закреплены на раме, например, путем сварки. В каждом из углов рамы имеется крепежное отверстие 10 для крепления экрана к кассете. Структура проволочной сетки обеспечивает основу для гранулированного катализатора с минимальной потерей давления технологического газа.

## Формула изобретения

1. Реактор для проведения каталитического процесса с одним или более слоями гранул катализатора, включающий нижнюю подложку для каждого из указанных слоев катализатора, при этом указанная подложка выполнена в виде решетки, содержащей множество кассет, причем каждая кассета покрыта проницаемым экраном с отверстиями, которые имеют размер, достаточно большой для пропускания потока технологической текучей среды, но достаточно малый для удержания гранул катализатора, при этом указанный экран крепится к указанной кассете с возможностью перемещения.

2. Реактор по п. 1, **отличающийся тем**, что площадь каждого отверстия экрана составляет от  $500 \text{ мм}^2$  до  $0,1 \text{ мм}^2$ .

3. Реактор по п. 1, **отличающийся тем**, что площадь каждого отверстия экрана составляет от  $100 \text{ мм}^2$  до  $1 \text{ мм}^2$ .

4. Реактор по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что экран изготовлен из тканой проволоочной сетки.

5. Реактор по любому из пп. 1 - 3, **отличающийся тем**, что экран изготовлен из сварочных проволок и прутков.

6. Реактор по любому из пп. 1 - 3, **отличающийся тем**, что экран изготовлен из штампованного элемента.

7. Реактор по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что масса экрана составляет менее 100 кг.

8. Реактор по любому из пп. 1 - 6, **отличающийся тем**, что масса экрана составляет менее 25 кг.

9. Реактор по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что экран крепится к кассете с помощью быстросъемного соединения, что позволяет осуществлять крепление или отделение экрана от кассеты вручную или с использованием ручных инструментов менее чем за 30 мин.



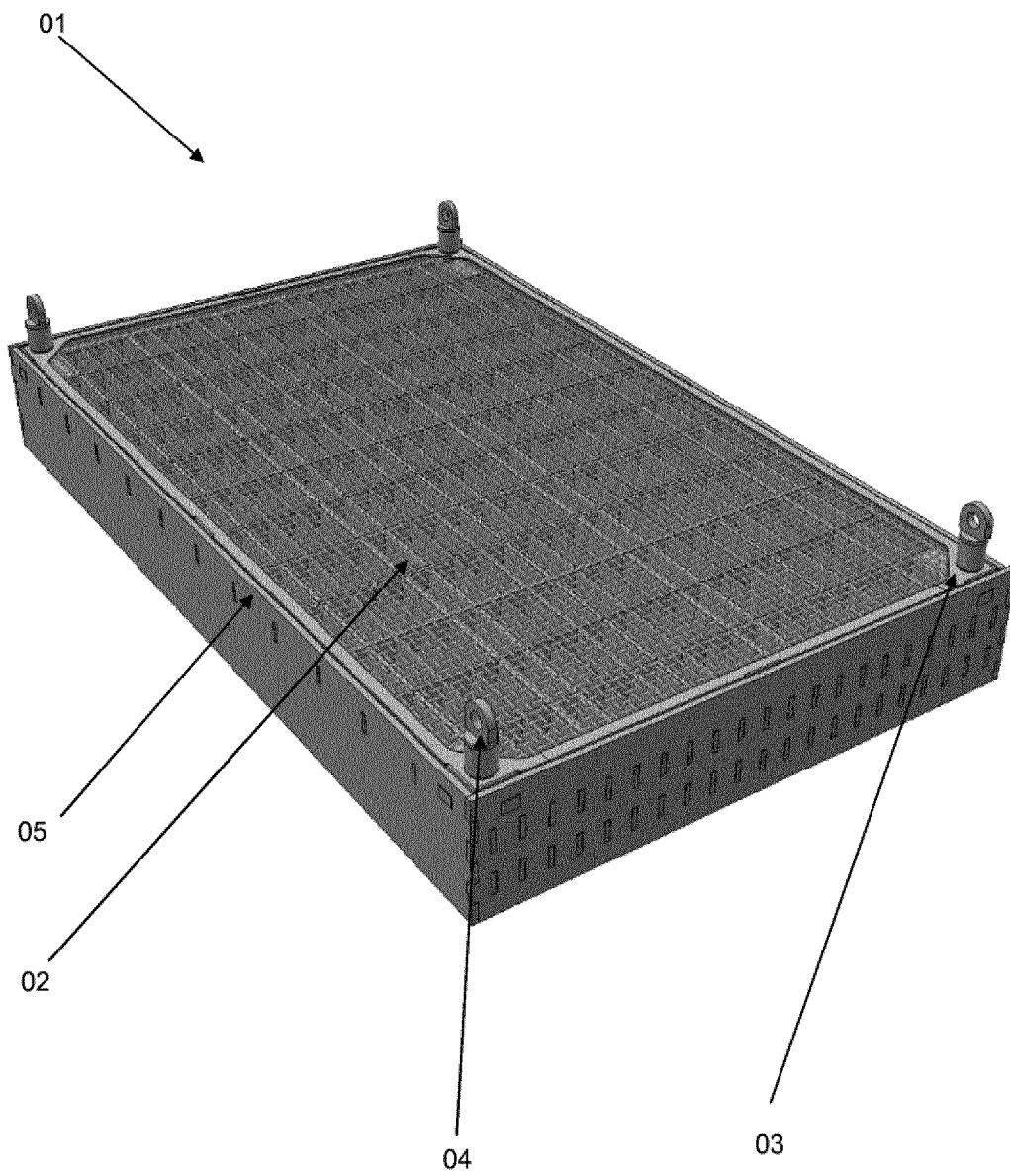
10. Реактор по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что экран крепится к кассете с помощью быстроразъемного соединения, что позволяет осуществлять крепление или отделение экрана от кассеты вручную или с использованием ручных инструментов менее чем за 5 мин.

11. Реактор по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что большинство экранов в реакторе имеет прямоугольную форму, и каждый из экранов крепится к кассете в каждом из его четырех углов.

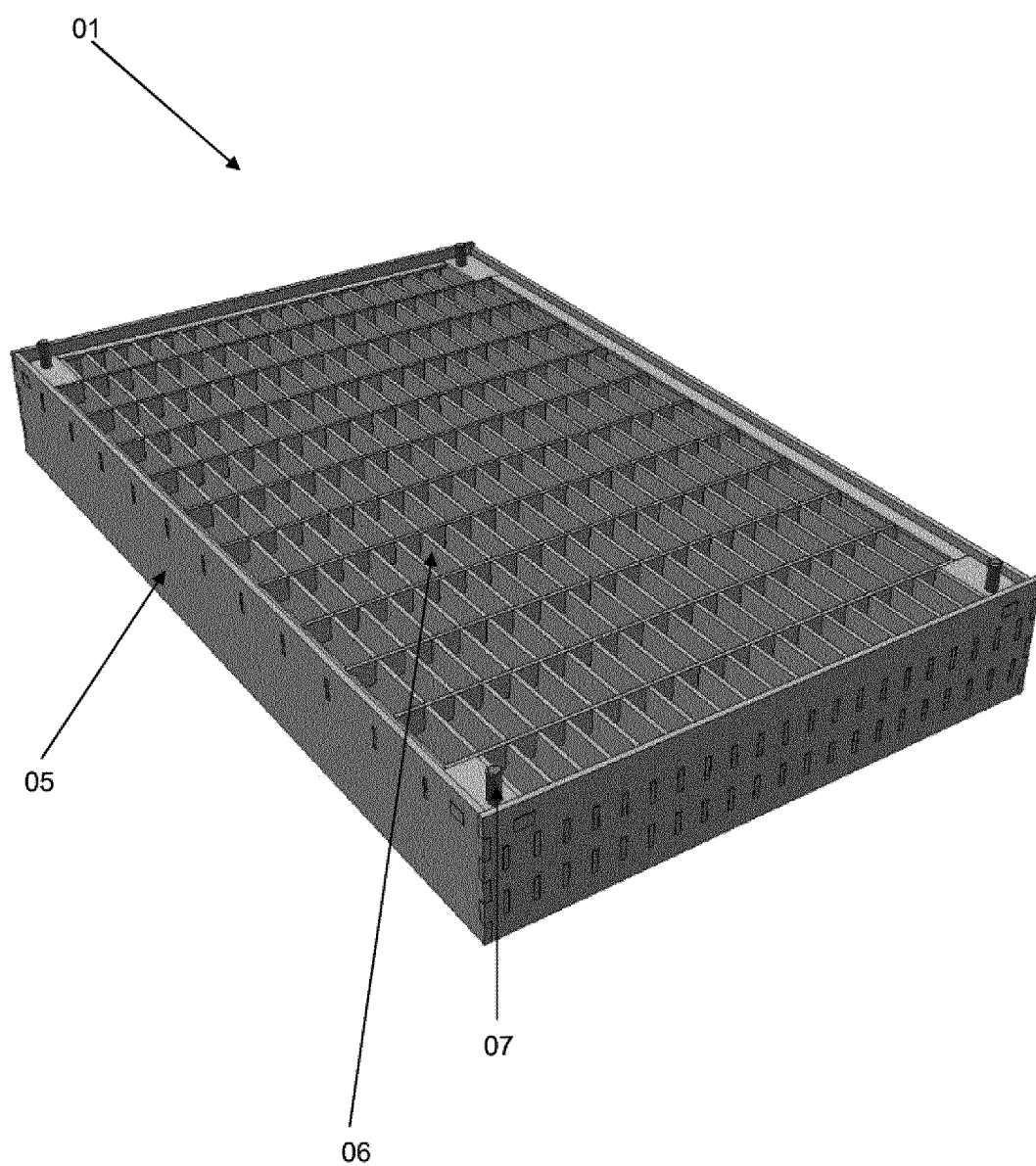
12. Реактор по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что реактор представляет собой реактор гидроочистки, реактор гидрогенизации, реактор процесса TIGAS (улучшенный синтез бензина Топсе) или реактор метанаии.

13. Применение реактора с одним или более слоями гранул катализатора, включающего нижнюю подложку для каждого из указанных слоев катализатора, при этом указанная подложка выполнена в виде решетки, содержащей множество кассет, причем каждая кассета покрыта проницаемым экраном с отверстиями, которые имеют размер, достаточно большой для пропускания потока технологической текучей среды, но достаточно малый для удержания гранул катализатора, при этом указанный экран крепится к указанной кассете с возможностью перемещения, по любому из пп. 1 - 12 для проведения процесса гидроочистки, процесса гидрогенизации, процесса TIGAS или процесса метанаии.

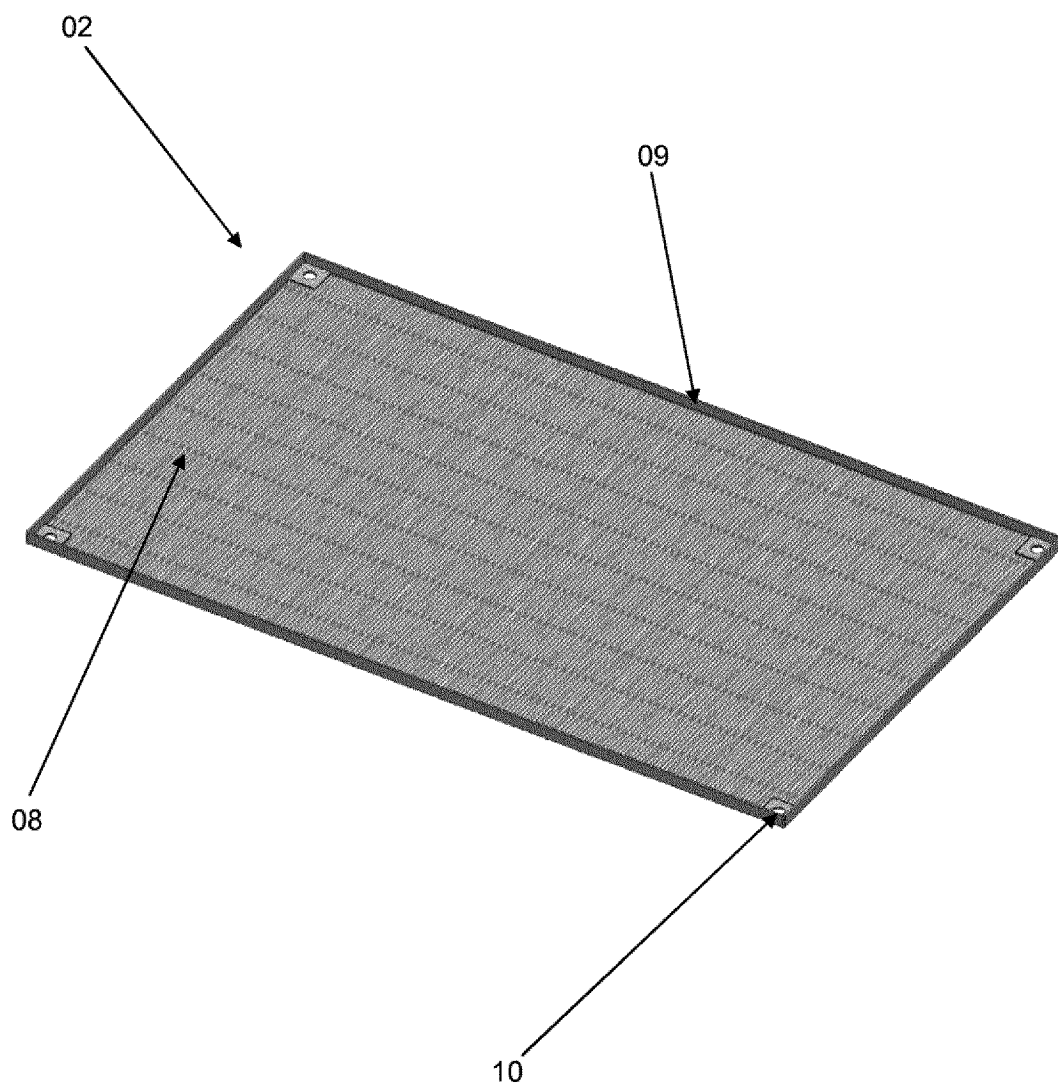
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

