

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **039388**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.01.21**

(51) Int. Cl. **B01J 8/00** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201991975**

(22) Дата подачи заявки  
**2018.02.22**

---

(54) **ХИМИЧЕСКИЙ РЕАКТОР С СИСТЕМОЙ ПОДЛОЖКИ КАТАЛИЗАТОРА**

---

(31) **РА 2017 00131**

(32) **2017.02.27**

(33) **DK**

(43) **2020.01.31**

(86) **PCT/EP2018/054337**

(87) **WO 2018/153955 2018.08.30**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ХАЛЬДОР ТОПСЕЭ А/С (DK)**

(72) Изобретатель:  
**Хансен Андерс Хельбо, Кристенсен  
Томас Зандаль, Ёргенсен Магнус  
Мёллер, Ларсен Ёханнес Рубен (DK)**

(74) Представитель:  
**Беяева Е.Н. (BY)**

(56) **US-A-2899286  
US-A-3818667  
GB-A-2297923  
WO-A1-0123080**

(57) Изобретение касается химического реактора, содержащего по меньшей мере одну систему подложки катализатора и антиблокирующие устройства, расположенные вокруг и над отверстием реактора, которые препятствуют катализатору или другим частям реактора входить или выходить из отверстия реактора.

**B1**

**039388**

**039388**

**B1**

### Область изобретения

Настоящее изобретение касается химического реактора, содержащего катализатор. Более предпочтительно изобретение касается системы подложки катализатора, расположенной в нижней части химического реактора для предотвращения попадания и/или выхода катализатора через одно или более отверстий для технологической текучей среды в реакторе, а также касается предоставления системы подложки катализатора высокой прочности.

### Уровень техники

Синтетический газ представляет собой смесь водорода и монооксида углерода и получается посредством конверсии метана и прочих углеводородов с паром над слоем катализатора парового риформинга в рамках процесса парового риформинга метана той или иной формы. При производстве аммиака трубчатый риформинг применяют в комбинации со вторичным риформингом, и при этом во вторичный риформер добавляют воздух, за счет которого происходит сгорание остаточного метана из первичного риформера, и выполняют корректировку соотношения синтетического газа с целью выхода на уровень соотношения  $H_2/N_2$  примерно в 3,0 для синтеза аммиака. Если же  $N_2$  является нежелательным компонентом в составе синтетического газа, то в качестве окислителя во вторичном риформере может быть использован чистый кислород, что и происходит в установках по производству аммиака. При производстве метанола используют так называемую концепцию "двухступенчатого риформинга", в рамках которого трубчатый риформер используют в комбинации со вторичным риформером с подачей кислорода, который находится в секции получения синтетического газа. Схема процесса содержит адиабатический предварительный риформинг, трубчатый риформинг и вторичный риформинг с подачей кислорода. Кислород действует как источник внутреннего технологического сгорания углеводородов, поступающих из трубчатого риформера. Режим работы вторичного риформера с подачей кислорода характеризуется более высокими температурами сгорания по сравнению со схемами, в которых сгорание обеспечивается за счет воздуха.

Еще одной технологией производства синтетического газа является автотермический риформинг (АТР), который представляет собой автономный технологический процесс, в рамках которого из схемы исключают трубчатый риформер, а прошедший предварительный риформинг природный газ направляют непосредственно в риформер АТР, где углеводороды сжигаются кислородом. За счет исключения трубчатого риформера можно значительно сократить объемы добавляемого в сырьевые потоки пара.

В крупных установках по производству метанола в настоящее время автотермический риформинг является альтернативной технологией двухступенчатому риформингу в случае с установками по производству метанола более значительной производительности, на уровне 5000 т в сутки. АТР является предпочтительной технологией получения синтетического газа в установках ГЖК (газожидкостная конверсия), где дизельное топливо производят с применением синтеза Фишера-Тропша (ФТ). Синтетический газ с соотношением  $H_2/CO$  на уровне 2,0 можно напрямую получать риформингом АТР, и этот вариант, в частности, хорошо подходит для синтеза ФТ и производства жидких продуктов синтеза ФТ.

Режим работы риформера АТР является еще более тяжелым по сравнению со вторичными риформерами с подачей кислорода, и для работы риформеров АТР необходимы еще более сложные схемы организации реакторов. Отношение пара к углероду в сырьевом потоке ниже, и интенсивность сгорания, а также температура пламени гораздо выше, чем в риформерах АТР.

Конструкция реакторов АТР, вторичных риформеров с подачей кислорода, а также вторичных риформеров с подачей воздуха содержит горелку, камеру сгорания, отражающий экран из керамической плитки, неподвижный слой катализатора, подложку слоя катализатора, огнеупорную футеровку и корпус реактора высокого давления.

Система подложки катализатора выступает в качестве опорной конструкции для слоя катализатора, а также в качестве распределителя выходного потока, направляя синтетический газ из слоя катализатора в линию передачи в систему рекуперации отработанного тепла, которая расположена по ходу процесса после риформера. Конструкция таких систем подложки катализатора может иметь различную геометрическую структуру, т.е. она может представлять собой конусную, арочную или купольную конструкцию. Системы подложки катализатора, имеющие купольную или арочную форму, могут приходить в неисправность и разрушаться. Конусные системы подложки катализатора эффективно использовали, при этом для этого типа конструкции неисправности и разрушения не наблюдались. Тем не менее, известно, что для отдельных керамических элементов и, в особенности, для тонкостенных вертикальных и/или горизонтальных структурных элементов, как правило, требуется обслуживание.

Система подложки катализатора может контактировать с инертными элементами, например, в форме сферы или в виде крупных кусков инертного материала неправильной формы. Такие инертные элементы оказывают механическое воздействие на систему подложки катализатора, в таких точках воздействия может возникать превышение допустимого уровня нагрузки, вследствие чего появляются трещины, которые могут привести к разрушению кирпичей, из которых изготовлена система подложки катализатора.

Кроме того, инертные элементы полностью или частично блокируют область потока в системе подложки катализатора в проточных каналах или во входной секции проточных каналов, что приводит к

увеличению перепада давления на подложке.

Как видно из указанных ниже ссылочных документов, в известном уровне техники отсутствует решение этой проблемы:

В документе US 2002071790 описан интегрированный реактор для производства топливного газа для топливных элементов, который содержит блок окислителя отходящих газов (WGO) со связанной камерой WGO, входным отверстием, выходным отверстием и каналом для экзотермических газов, образующихся в камере WGO. Интегрированный реактор содержит блок автотермического реактора (АТР), который расположен в камере WGO. Блок АТР имеет входное и выходное устройство для поступающих технологических газов и слой катализатора, который находится между входным и выходным устройством. По меньшей мере часть входного устройства блока АТР расположена в канале камеры WGO для более эффективной передачи тепловой энергии.

В документе CN 202606129 описан высокотемпературный элемент подложки катализатора, изготовленный из неметаллического материала. Указанный элемент подложки катализатора расположен внутри реактора и содержит подложку из корундового кирпича и пенокерамическую пластину, расположенную на подложке из корундового кирпича, при этом крепежные контактные поверхности подложки из корундового кирпича и пенокерамической пластины являются зубчатыми; подложка из корундового кирпича образуется по меньшей мере из двух видов корундовых кирпичей специальной формы, которые соединены при помощи шипа и паза и составляют единое целое; щели между корундовыми кирпичами специальной формы заполняет раствор; кольцевой зазор между подложкой из корундового кирпича и внутренней стенкой реактора заполнен бумагой из керамического волокна. Указанный элемент подложки катализатора обладает высокой термостойкостью, коррозионной стойкостью, высокой механической прочностью, удобством при монтаже, длительным сроком службы и обеспечивает защиту от утечки катализатора. В зависимости от формы и размера гранул катализатора можно использовать пенокерамические пластины с различными характеристиками, верхняя часть корундовых кирпичей, контактирующая с пенокерамическими пластинами, имеет зубчатую структуру, что обеспечивает плавность воздушного потока; корундовые кирпичи имеют пазовую конструкцию, зазоры между корундовыми кирпичами заполнены раствором, что обеспечивает длительный срок эксплуатации оборудования; элемент подложки катализатора широко применяется в химической промышленности, фармацевтической промышленности, нефтехимической промышленности и других отраслях промышленности.

В приведенных документах, где излагается известный уровень техники, отсутствует решение вышеуказанной проблемы, связанной с необходимостью защиты системы подложки катализатора в химическом реакторе от повреждений и засорения частицами катализатора или иными частицами, которые находятся внутри реактора.

#### **Краткое изложение сущности изобретения**

Варианты осуществления изобретения, в целом, относятся к химическому реактору, содержащему катализатор и систему подложки катализатора, расположенную в нижней части реактора. Указанная система подложки катализатора обеспечивает экранную защиту от катализатора по меньшей мере одного отверстия в нижней части реактора, не давая катализатору попасть в отверстие, в противном случае катализатор может, по меньшей мере частично, забить отверстие или покинуть реактор через отверстие. Тем не менее, важно, чтобы система подложки катализатора не блокировала отверстие полностью, так как в отверстие должна поступать текучая среда или текучая среда должна выходить из отверстия. Кроме того, критически важное значение имеет падение давления текучей среды при прохождении через систему подложки катализатора, при большой потере давления необходимо использование нагнетателей/насосов, что, в конечном итоге, увеличивает стоимость эксплуатации химического реактора. Таким образом, система подложки катализатора содержит проточные каналы, через которые технологическая текучая среда поступает в реактор или выходит из реактора через отверстие реактора. Падение давления текучей среды, поступающей через систему подложки катализатора, зависит от площади поперечного сечения и от длины указанных проточных каналов. Важно, чтобы проточные каналы не были забиты катализатором или другими элементами внутри реактора, поскольку это может привести к увеличению падения давления технологической текучей среды, проходящей через систему подложки катализатора. Система подложки катализатора также подвержена механическим повреждениям в точках, где катализатор или другие элементы реактора контактируют с системой подложки катализатора, в особенности, у краев вокруг проточных каналов. Таким образом, система подложки катализатора дополнительно содержит антиблокирующие устройства, предотвращающие блокирование проточных каналов, а также повреждение системы подложки катализатора частицами катализатора или другими частицами в реакторе. Указанные антиблокирующие устройства выполнены и расположены с возможностью обеспечения препятствия катализатору или другим элементам реактора прохождения через антиблокирующие устройства блокирования проточных каналов. Они также выполнены и расположены с возможностью предотвращения критического падения давления при оседании катализатора или других элементов реактора в антиблокирующих устройствах.

В соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения указанные антиблокирующие устройства содержат геометрический поточный лабиринт, при этом внешняя поверхность системы под-

ложки катализатора имеет большую проточную площадь поперечного сечения, чем проточная площадь поперечного сечения проточных каналов. Указанная внешняя поверхность представляет собой поверхность, на которой оседает катализатор или другие элементы реактора. В самом деле, в каждой точке контакта этой внешней поверхности с катализатором или с другими элементами может происходить частичное блокирование системы подложки катализатора, что может привести к повышению падения давления. Однако если внешняя поверхность системы подложки катализатора имеет большую проточную площадь поперечного сечения, чем проточная площадь поперечного сечения проточных каналов, то обеспечивается минимальное, не критическое падение давления.

В частности, в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения падение давления минимизируется за счет того, что проточная площадь поперечного сечения внешней поверхности системы подложки катализатора в 1,1-4,0 раза больше общей проточной площади поперечного сечения проточных каналов. Более предпочтительно проточная площадь поперечного сечения внешней поверхности системы подложки катализатора может быть в 1,1-2,0 или даже в 1,2-1,7 раза больше общей проточной площади поперечного сечения проточных каналов.

В соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения антиблокирующие устройства содержат защитные валы. Внешняя поверхность системы подложки катализатора выполнена с разнесенными выступающими элементами таким образом, чтобы пространство между выступающими элементами, защитными валами обеспечивало достаточную проточную площадь поперечного сечения антиблокирующих устройств, и при этом его размер был бы таким, что катализатор или другие элементы не могли пройти через него. Валы имеют конструкцию и прочность, обеспечивающие защиту от механических повреждений при контакте с катализатором или другими элементами реактора.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения система подложки катализатора может содержать множество кирпичей, которые в совокупности образуют указанную систему подложки катализатора. Система подложки катализатора содержит проточные каналы, которые могут представлять собой внутренние проточные каналы во всех кирпичях или в некоторых из кирпичей, при этом кирпичи являются полыми, проточные каналы могут быть образованы внешней геометрической структурой кирпичей, образующих систему подложки катализатора, или представлять собой как внутренние, так и внешние (относительно кирпичей) проточные каналы. В соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения кирпичи имеют выступы любой формы, в частности, в одном из вариантов осуществления изобретения кирпичи могут иметь ножки и уступы, т.е. части, выступающие вниз или вверх и наружу, при этом, когда кирпичи расположены рядом или друг на друге, выступающие части кирпича образуют проточные каналы между кирпичами. Каждый кирпич может иметь одну ножку или более ножек, и, аналогичным образом, каждый кирпич может иметь один или более уступов.

В соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения указанные кирпичи выполнены с возможностью их совместного расположения с образованием разборной системы подложки катализатора в форме конуса, купола, арки, цилиндра, пирамиды, обратного конуса, полукольца или системы подложки катализатора плоской формы, т.е. любой формы, которая является конструктивно устойчивой и наиболее эффективно предотвращает попадание катализатора или любых других элементов реактора в систему подложки и выход катализатора или любых других элементов реактора из отверстия реактора, вокруг и выше которого расположена система подложки катализатора, при этом поддерживается допустимый минимальный уровень падения давления и предотвращается блокирование проточных каналов системы подложки катализатора. В соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения это обеспечивается за счет расположения кирпичей слоями друг на друге.

В соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения указанные антиблокирующие устройства системы подложки катализатора могут являться составной частью кирпичей, в другом варианте осуществления изобретения они могут быть дополнительным отдельным элементом или слоем, который соединен с внешней поверхностью кирпичей, т.е. той частью кирпичей, которая обращена к катализатору или другим элементам реактора, в сторону, противоположную от отверстия реактора, вокруг и выше которого расположены кирпичи. Также в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения могут сочетаться антиблокирующие устройства, которые встроены в кирпичи, и антиблокирующие устройства, которые являются отдельными элементами, расположенными вне указанной системы подложки катализатора. В любом случае, в соответствии с одним из вариантов осуществления антиблокирующие устройства могут содержать элементы продолговатой формы, расположенные перпендикулярно проточным каналам системы подложки катализатора. Такие элементы продолговатой формы могут образовывать непрерывные продолговатые антиблокирующие устройства, такие как, например, антиблокирующие кольца или ряды, расположенные вне системы поддержки катализатора, при этом расстояние между каждым непрерывным продолговатым элементом должно обеспечивать прохождение потока технологической текучей среды по проточным каналам. Расстояние может быть достаточно большим, чтобы получить проточную площадь поперечного сечения, которая больше проточной площади поперечного сечения проточных каналов, даже в том случае, если катализатор или другие элементы реактора контактируют с антиблокирующими устройствами и оседают в них (и предполагается, что они частично блокируют проточную площадь поперечного сечения антиблокирующих устройств), но доста-

точно малую, чтобы препятствовать прохождению указанного катализатора или других элементов реактора между элементами антиблокирующих устройств. Расстояние между элементами антиблокирующих устройств зависит от конкретных параметров: чем больше частицы катализатора или другие элементы реактора, тем больше может быть расстояние. В частном варианте осуществления форма инертных частиц соответствует или больше ширины пазов антиблокирующих устройств или, в частности, размер частиц в 1,05-4,0 раза, более предпочтительно, в 1,8-3,5 раза больше, чем ширина пазов.

В альтернативном частном варианте осуществления форма частиц катализатора соответствует или больше ширины пазов антиблокирующих устройств или, в частности, размер частиц в 1,05-4,0 раза, более предпочтительно, в 1,1-1,7 раза больше, чем ширина пазов.

В частном варианте осуществления антиблокирующие устройства имеют треугольную форму поперечного сечения и закругленные углы. При том, что ее просто изготовить, треугольная форма поперечного сечения обеспечивает прочность конструкции, а закругленные углы сводят к минимуму риск разрушения и растрескивания антиблокирующих устройств, а также риск повреждения катализатора или других элементов реактора, которые соприкасаются с антиблокирующими устройствами.

В одном варианте осуществления указанные другие элементы реактора могут включать инертные элементы или частицы катализатора, расположенные вокруг системы подложки катализатора, возможно, также сверху системы подложки катализатора в виде слоя между другими частицами катализатора и системой подложки катализатора, которые могут иметь геометрическую форму для контакта с антиблокирующими устройствами, на которых они могут быть расположены, при этом технологическая текучая среда может проходить через зазоры между антиблокирующими устройствами и через проточные каналы системы подложки катализатора. В одном варианте осуществления предпочтительная форма таких инертных элементов или частиц катализатора - сферическая форма, которая является конструктивно стабильной и прочной и которая обеспечивает достаточный поток технологической текучей среды, так как точки контакта (и точки частичной блокировки) между этими сферами и антиблокирующими устройствами относительно малы по сравнению с площадью свободного потока между сферами и между сферами и антиблокирующими устройствами. В еще одном варианте осуществления такая геометрическая форма может быть формой кольца, что также обеспечивает поток технологической текучей среды через проточные каналы системы подложки катализатора, в еще одном варианте осуществления инертные элементы могут быть неправильной формы.

#### **Краткое описание чертежей**

Примеры вариантов осуществления настоящего изобретения поясняются со ссылкой на прилагаемые чертежи. Следует понимать, что прилагаемые чертежи иллюстрируют лишь примеры вариантов осуществления настоящего изобретения и, следовательно, не должны рассматриваться в качестве ограничения объема настоящего изобретения, так как изобретение может включать и иные варианты осуществления изобретения с одинаковой эффективностью.

На фиг. 1 представлен вид сверху/сбоку системы подложки катализатора, содержащей антиблокирующие устройства, защитные валы,

на фиг. 2 - вид в поперечном разрезе системы подложки катализатора, содержащей антиблокирующие устройства, защитные валы,

на фиг. 3 и 4 - подробный вид сбоку в поперечном разрезе кирпичей, включая антиблокирующие устройства,

на фиг. 5 - подробный вид сбоку в поперечном разрезе кирпичей, включая антиблокирующие устройства и сферы,

на фиг. 6 - подробный вид сбоку в поперечном разрезе кирпичей без антиблокирующих устройств и сферы,

на фиг. 7 - подробный вид сбоку в поперечном разрезе кирпичей, включая защитное устройство и сферы,

на фиг. 8 - подробный вид в изометрии кирпича без антиблокирующих устройств,

на фиг. 9 - подробный вид в изометрии кирпича, содержащего защитный вал, и

на фиг. 10-16 - подробный вид сфер в комбинации с геометрическими формами.

Номера позиций.

01 - Система подложки катализатора,

02 - кирпич,

03 - ножка кирпича,

04 - уступ кирпича,

05 - проточный канал,

06 - антиблокирующие устройства,

07 - моноблок,

08 - слой кирпичей,

09 - сфера.

#### **Подробное описание**

На фиг. 1 показана система 01 подложки катализатора, расположенная в нижней части химического

реактора (не показан) над и вокруг отверстия реактора (не показано). Реактор частично заполнен катализатором (не показан), который расположен выше и, возможно, также вокруг системы подложки катализатора. Система подложки катализатора защищает отверстие реактора от попадания катализатора в отверстие реактора. В показанном варианте осуществления система подложки катализатора содержит множество кирпичей 02, расположенных слоями круглой формы. Слои расположены друг над другом, каждый круговой слой имеет меньший диаметр, чем слой, над которым он расположен, в результате чего вся система подложки катализатора имеет форму конуса. Как показано, верхняя часть системы подложки катализатора может включать плоский моноблок 07, который закрывает верхнюю часть конуса, препятствуя попаданию катализатора внутрь системы. В зависимости от конструктивных требований к системе подложки катализатора, высота конуса может варьироваться путем изменения диаметра плоского моноблока. Каждый из кирпичей имеет ножки 03 и уступы 04, которые образуют проточные каналы 05 для прохождения технологической текучей среды между ними, и антиблокирующие устройства 06 в виде защитных валов, более подробная информация о которых и соответствующие объяснения будут приведены ниже. Тем не менее, как хорошо показано на этой фигуре, в этом варианте осуществления проточные каналы пройдут радиально в круглых слоях кирпича, в то время как расстояние между каждым слоем валов образует круглые зазоры, через которые технологический поток может проходить вне проточных каналов. В некоторых из верхних слоев системы подложки катализатора кирпичи могут не иметь проточных каналов, что лишь незначительно влияет на общую проточную площадь поперечного сечения системы подложки катализатора, поскольку верхние слои имеют относительно небольшие диаметры по сравнению с нижними слоями.

На фиг. 2 представлен вид в поперечном разрезе системы подложки катализатора, показанной на фиг. 1. В показанном варианте осуществления внутренняя часть системы подложки катализатора в форме конуса является полой, что позволяет расположить отверстие реактора под конусом. Поскольку слои кирпичей имеют круглую форму, а защитный вал частично блокирует их для предотвращения проскальзывания верхнего слоя наружу относительно слоя под ним, конус может быть собран слой за слоем без опасности, что он упадет внутрь.

На фиг. 3 более детально показан вид в разрезе (А) системы подложки катализатора, представленной на фиг. 2 (и фиг. 1). Антиблокирующие устройства 06 имеют треугольную форму поперечного сечения и закругленные углы. Это прочная и устойчивая к растрескиванию форма, защищающая ножки 03 кирпича и предотвращающая блокировку потока технологической текучей среды в проточных каналах, а также предотвращающая механические повреждения в результате контакта с катализатором или другими элементами реактора (не показаны). Также виден небольшой уступ с углом  $90^\circ$  между вершиной кирпича и защитным валом. Следующий кирпич, уложенный сверху этого кирпича, будет упираться в этот уступ, что препятствует его скольжению наружу кирпича(кирпичей) в нижнем слое, что также видно на подробном виде в поперечном разрезе на фиг. 4.

На фиг. 5 показан вариант осуществления, в котором конструкция кирпичей и защитных валов в системе подложки катализатора аналогична приведенным выше фигурам, но показано, как катализатор или инертные элементы 09 в реакторе, в данном случае в форме сфер, опираются на внешнюю поверхность системы подложки катализатора. Как можно видеть, расстояние между защитными валами меньше диаметра сфер, которые, таким образом, опираются на защитный вал, что обеспечивает защиту более хрупких ножек кирпича от контакта с сферами, в отличие от конструкции в соответствии с известным уровнем техники, как показано на фиг. 6, где сферы непосредственно контактируют с ножками кирпича. Из-за прочной конструкции и геометрической структуры защитного вала уменьшается риск поломки и повреждения при контакте со сферами в результате нагрузки веса слоя катализатора, который расположен выше. В реакторе может находиться слой катализатора, а также инертные частицы различной формы. Например, слой может содержать инертные сферы, контактирующие с системой подложки катализатора в нижней части слоя, а наверху сфер - частицы катализатора, которые могут иметь другую геометрическую форму и другой размер, чем сферы в верхней части слоя. Сферы могут также содержать каталитически активный материал.

В приведенных выше вариантах осуществления в кирпичи встроены антиблокирующие элементы. На фиг. 7 показан дополнительный вариант осуществления, в котором антиблокирующие устройства не встроены в кирпичи, а расположены вне кирпичей. Это позволяет заменять антиблокирующие устройства без замены внутренних кирпичей.

В варианте осуществления, в котором система подложки катализатора имеет форму конуса, кирпичи могут иметь слегка клиновидную форму, как показано на фиг. 8, в результате чего уступы кирпичей могут контактировать с уступами смежных кирпичей по всей площади боковых сторон, когда образуется слой кирпичей круглой формы. По мере того как в конусообразной системе подложки катализатора диаметр слоя уменьшается, угол клина каждого кирпича будет увеличиваться, чтобы поддерживать такую плотную геометрическую посадку уступов кирпича. Ножки кирпича, показанные на фиг. 8, относятся к системе подложки катализатора в соответствии с известным уровнем техники, где необходима большая проточная площадь поперечного сечения проточных каналов в обращенной наружу стороне кирпича, чтобы компенсировать частичное блокирование проточного канала частицами реактора, такими как час-

тицы катализатора или инертные частицы. Однако, как показано на фиг. 9, в соответствии с настоящим изобретением можно сохранить плоскую проточную площадь поперечного сечения проточных каналов в кирпичах, поскольку расположенные снаружи защитные валы защищают проточные каналы от повреждения, а также от блокировки потока технологической текучей среды. В свою очередь, это обеспечивает большую прочность внешней части ножек кирпича, так как размер кирпича больше, таким образом, риск повреждения кирпичей опять же сводится к минимуму.

На вышеприведенных фигурах представлены лишь некоторые возможные варианты осуществления изобретения. В соответствии с изобретением возможны несколько других геометрических конструкций антиблокирующих устройств, некоторые из них показаны на фиг. 10-16. Общий принцип состоит в том, чтобы обеспечить защиту системы подложки катализатора от повреждения и от блокировки потока, что возможно с использованием антиблокирующих устройств, расположенного снаружи системы подложки катализатора, имеющей прочную конструкцию, а также в некоторых вариантах осуществления с использованием большей проточной площади поперечного сечения технологической текучей среды, чем проточная площадь поперечного сечения проточных каналов. В некоторых вариантах осуществления, где сферы подобраны таким образом, чтобы они контактировали с антиблокирующими устройствами, расчет площади блокировки может осуществляться в соответствии с фиг. 12. Как упоминалось ранее, могут быть подобраны наиболее подходящие для этой задачи различные конструкции кирпичей и антиблокирующих устройств, включая, помимо прочего, кирпичи с одним или более проточными каналами, с внутренними (просверленными) или внешними проточными каналами, а также различные формы системы подложки катализатора в соответствии с описанием.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Химический реактор с неподвижным слоем катализатора, содержащий систему подложки катализатора, выполненную с возможностью расположения в нижней части реактора таким образом, чтобы защищать по меньшей мере одно отверстие реактора в нижней части реактора путем предотвращения попадания указанного катализатора в отверстие, при этом система подложки катализатора содержит проточные каналы для обеспечения поступления технологической текучей среды в реактор или из реактора через указанное отверстие реактора, причем система подложки катализатора дополнительно содержит антиблокирующие устройства, предназначенные для предотвращения блокирования указанных проточных каналов, причем указанные антиблокирующие устройства содержат геометрический проточный лабиринт, содержащий внешнюю поверхность системы подложки катализатора с большей общей проточной площадью поперечного сечения, чем общая проточная площадь поперечного сечения проточных каналов.

2. Химический реактор по п.1, отличающийся тем, что проточная площадь поперечного сечения внешней поверхности системы подложки катализатора в 1,1-4,0 раза, или 1,1-2,0 раза, или в 1,2-1,7 раза больше общей проточной площади поперечного сечения проточных каналов.

3. Химический реактор по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что антиблокирующие устройства содержат защитные валы.

4. Химический реактор по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что система подложки катализатора содержит множество кирпичей, которые включают указанные проточные каналы.

5. Химический реактор по п.4, отличающийся тем, что указанные кирпичи выполнены с возможностью образования системы подложки катализатора, которая имеет форму конуса, купола, арки, цилиндра, пирамиды, обратного конуса, полукольца или имеет плоскую форму.

6. Химический реактор по п.5, отличающийся тем, что указанные кирпичи выполнены с возможностью расположения слоями с образованием системы подложки катализатора.

7. Химический реактор по любому из пп.5, 6, отличающийся тем, что указанные кирпичи содержат одну или более ножек и уступов, а указанные проточные каналы образованы между указанными ножками кирпичей.

8. Химический реактор по любому из пп.5, 6, отличающийся тем, что указанные кирпичи содержат выступающие разделительные элементы, а указанные проточные каналы образованы между указанными выступающими разделительными элементами.

9. Химический реактор по любому из пп.5, 6, отличающийся тем, что указанные кирпичи являются полыми, а указанные проточные каналы образованы в пустом пространстве внутри кирпичей.

10. Химический реактор по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что указанные проточные каналы имеют плоскую проточную площадь поперечного сечения потока по всей системе подложки катализатора.

11. Химический реактор по любому из пп.5, 6, отличающийся тем, что антиблокирующие устройства являются составной частью указанных кирпичей.

12. Химический реактор по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что антиблокирующие устройства представляют собой элементы продолговатой формы, расположенные перпенди-

кулярно проточным каналам.

13. Химический реактор по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что антиблокирующие устройства имеют треугольную форму поперечного сечения и закругленные углы.

14. Химический реактор по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что антиблокирующие устройства представляют собой отдельные элементы, расположенные снаружи указанной системы подложки катализатора.

15. Химический реактор по одному из предшествующих пунктов, дополнительно содержащий инертные элементы или катализатор, расположенные вокруг указанной системы подложки катализатора и имеющие геометрическую форму для расположения на указанных антиблокирующих устройствах, с возможностью прохождения технологической текучей среды через указанные проточные каналы.

16. Химический реактор по п.15, отличающийся тем, что указанные инертные элементы представляют собой сферы.

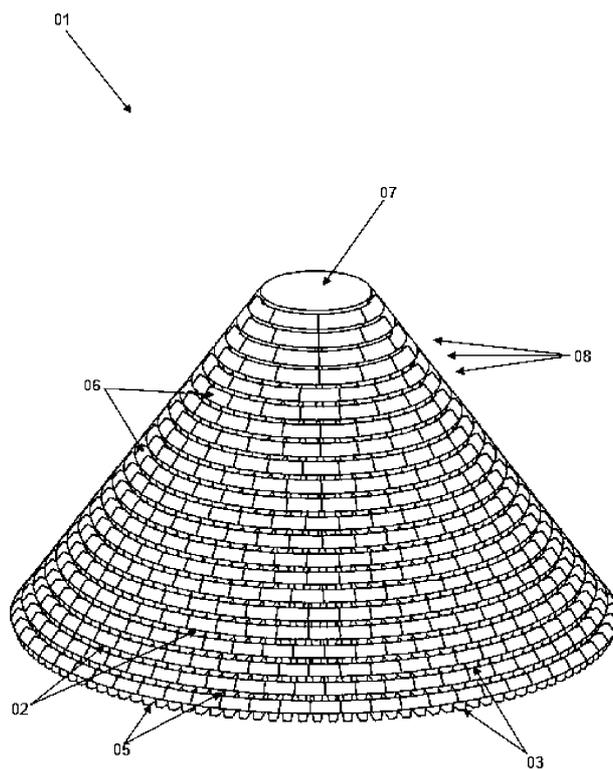
17. Химический реактор по п.15, отличающийся тем, что указанные инертные элементы имеют форму кольца.

18. Химический реактор по п.15, отличающийся тем, что указанные инертные элементы представляют собой комки произвольной формы.

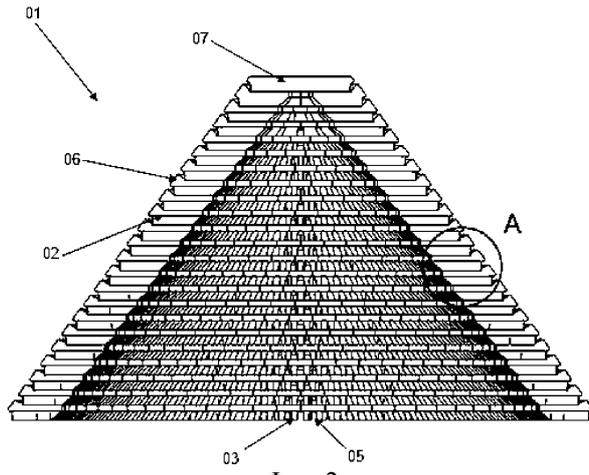
19. Химический реактор по п.15, отличающийся тем, что вокруг указанной системы подложки катализатора расположены частицы с каталитической активностью.

20. Химический реактор по пп.16, 17 или 18, отличающийся тем, что форма инертных частиц соответствует или больше ширины пазов антиблокирующих устройств, или, в частности, размер частиц в 1,05-4,0 раза, более предпочтительно в 1,8-3,5 раза больше, чем ширина пазов.

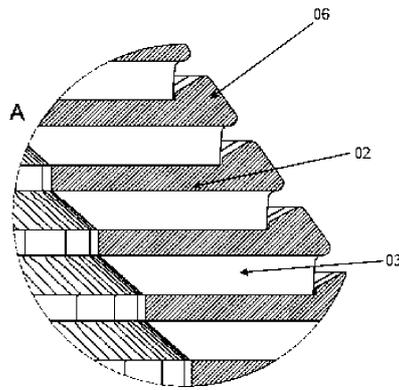
21. Химический реактор по п.19, отличающийся тем, что форма частиц катализатора соответствует или больше ширины пазов антиблокирующих устройств, или, в частности, размер частиц в 1,05-4,0 раза, более предпочтительно в 1,1-1,7 раза больше, чем ширина пазов.



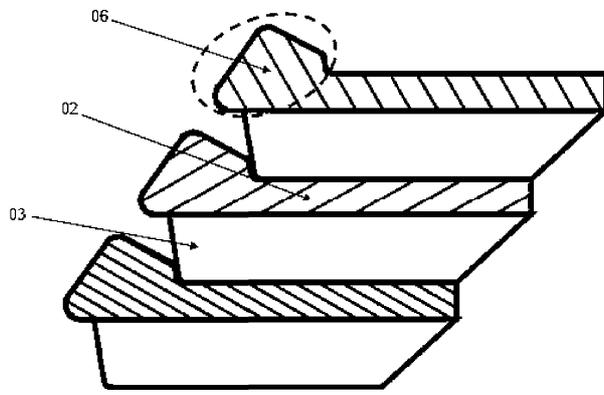
Фиг. 1



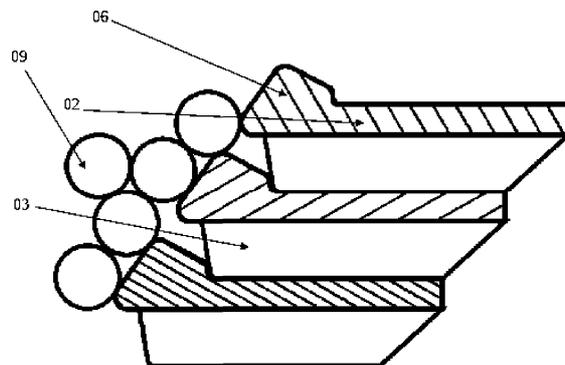
Фиг. 2



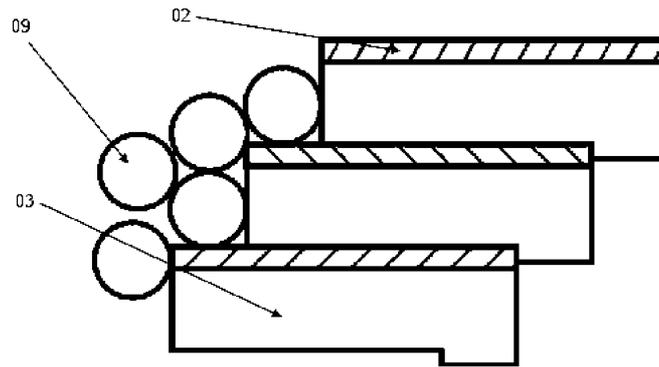
Фиг. 3



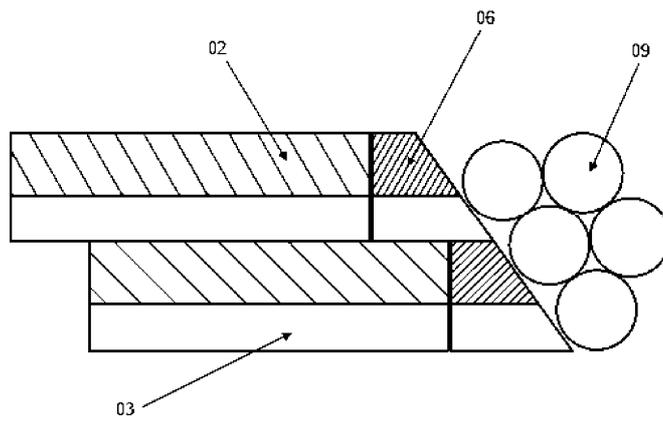
Фиг. 4



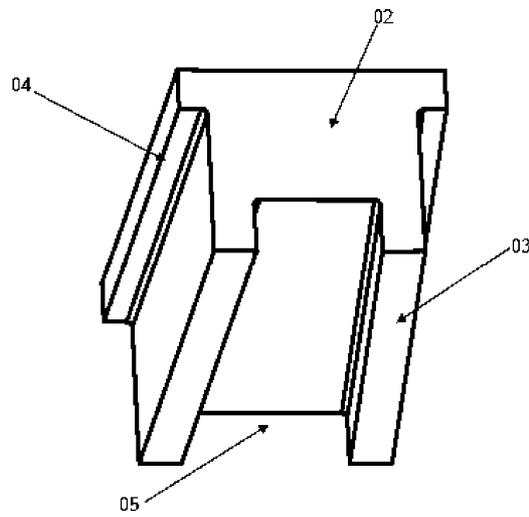
Фиг. 5



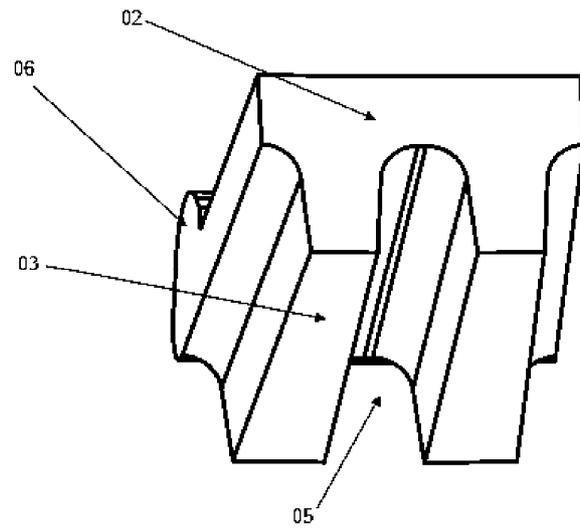
Фиг. 6



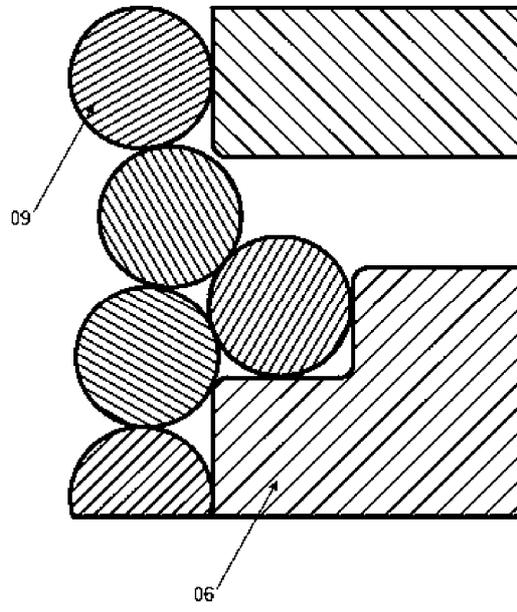
Фиг. 7



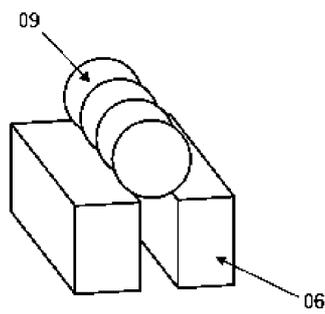
Фиг. 8



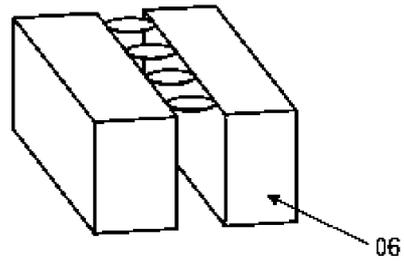
Фиг. 9



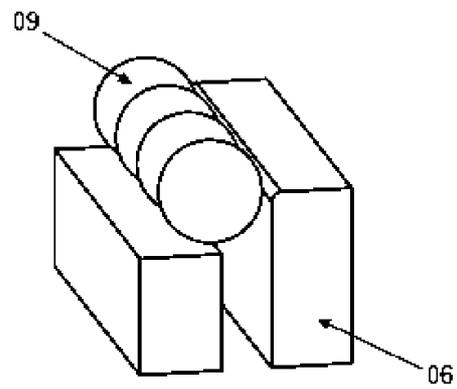
Фиг. 10



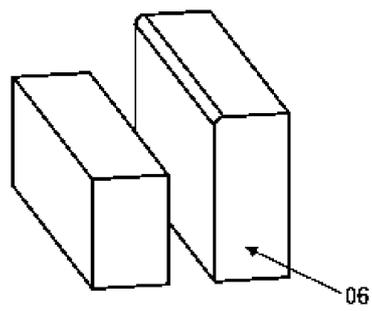
Фиг. 11



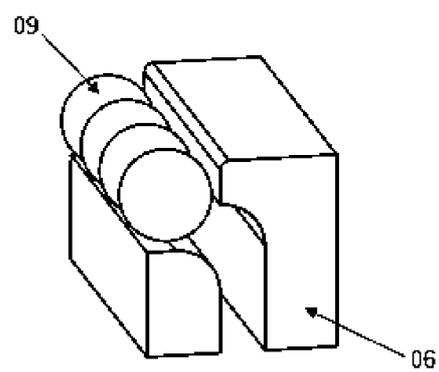
Фиг. 12



Фиг. 13

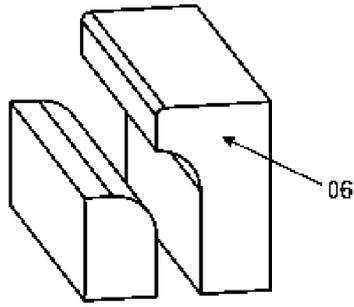


Фиг. 14



Фиг. 15

039388



Фиг. 16



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2

---