

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 201792060 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2018.01.31

(51) Int. Cl. B01J 8/06 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2016.03.18

(54) КИПАЩИЙ ВОДЯНОЙ РЕАКТОР

(31) PA 2015 00170

(32) 2015.03.20

(33) DK

(86) PCT/EP2016/055982

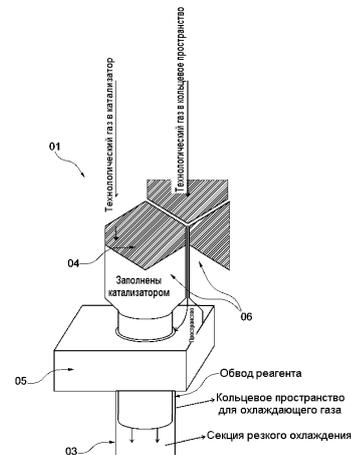
(87) WO 2016/150858 2016.09.29

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

(72) Изобретатель:
Викс Кристиан, Боз Михаел (DK)

(74) Представитель:
Беляева Е.Н. (ВУ)

(57) Настоящее изобретение относится к кипящему водяному реактору для осуществления экзотермической реакции. Реактор содержит вставки обвода реагента, расположенные в верхней части верхней трубной решетки для того, чтобы обеспечить возможность расположения слоя катализатора над верхней трубной решеткой, а также прохождения охлаждающего потока реагента в обвод верхнего слоя катализатора и охлаждения верхней трубной решетки, защищая ее от повышения температуры вследствие экзотермической реакции, происходящей в верхнем слое катализатора.



A1

201792060

201792060

A1

Кипящий водяной реактор

ОБЛАСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Варианты осуществления изобретения, в целом, относятся к кипящему водяному реактору для осуществления экзотермической реакции. В частности, настоящее изобретение относится к обеспечению охлаждения катализатора, закрывающего верхнюю трубную решетку кипящего водяного реактора.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Обычная конструкция кипящего водяного реактора предусматривает множество труб внутри корпуса реактора. Ограниченное пространство внутри корпуса реактора заполняется охлаждающей средой под давлением. Зачастую в качестве охлаждающей среды используют воду, однако, при соответствующей температуре кипения также могут использоваться другие виды охлаждающих сред. Температуру кипения охлаждающей среды регулируют с помощью давления в ограниченном пространстве внутри корпуса реактора, при этом, в случае если функционирование реактора осуществляется при температуре кипения охлаждающей среды, охлаждающая среда может использоваться в качестве теплопоглотителя с практически постоянной температурой, так, чтобы в реакторе присутствовала жидкая охлаждающая среда. Охлаждающая среда может подаваться в корпус реактора из внешнего контейнера для охлаждающей среды, такого, например, как паровой барабан.

Обычные химические процессы, в которых используют кипящие водяные реакторы, включают процессы производства метана, метанола и формальдегидов из синтез-газ, т.е. газа, содержащего водород и оксиды углерода, а также, возможно, другие компоненты. Указанный синтез-газ может иметь происхождение из различных источников, включая газификацию углеродных материалов, таких как уголь, (как правило, тяжелые) углеводороды, твердые отходы и биомасса, а также риформинг углеводородов, из газообразных отходов коксовой печи, из биогаза или из комбинации потоков, богатых оксидами углерода и водородом, например, полученных в результате электролиза.

Производство метана и метанола ограничено равновесием, которое включает конденсируемый компонент, а для производства формальдегидов желательно поддерживать концентрацию метанола на достаточно низком уровне из-за различных факторов, включающих, помимо прочего, пределы взрываемости и стабильность катализатора.

Для повышения производительности кипящего водяного реактора в некоторых случаях катализатор загружается не только в реакционные трубы, но также и над верхней трубной решеткой, к которой крепятся реакционные трубы. В отношении экзотермических реакций, это приводит к увеличению температуры реагирующего газа даже до того, как реагент достигает реакционных труб, которые находятся в тепловом контакте с охлаждающей средой. Таким образом, существует опасность, что температура трубной решетки станет слишком высокой, что вызовет повреждение трубной решетки. Настоящее изобретение относится к решению этой проблемы и позволяет избежать достижения критически высокой температуры верхней трубной решетки даже в том случае, когда катализатор загружается над трубной решеткой для осуществления экзотермической реакции в кипящем водяном реакторе. Другим преимуществом настоящего изобретения является возможность компенсации усадки катализатора в реакционных трубах, так как катализатор, расположенный над верхней трубной решеткой, будет осаживаться в реакционные трубы при усадке катализатора.

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

В документе US5000926 описан реактор для экзотермической реакции с неподвижным слоем катализатора, содержащий множество реакционных труб, расположенных в корпусе реактора, внутреннюю трубу, расположенную в срединной части каждой реакционной трубы, слой катализатора, образованные катализатором, загруженным в пространство внутри реакционных труб и снаружи внутренних труб, охлаждающую среду, которая находится между реакционными трубами и корпусом, при этом внутри реактора поток исходного газа проходит во всех внутренних трубах, причем его движение направлено в ту же сторону, что и движение потока исходного газа в неподвижном слое катализатора.

В документе US5759500 описан реактор с псевдооживленным слоем, теплообменное устройство и способ осуществления реакции текучей среды в таком устройстве. Указанное устройство включает пучок теплообменных труб, расположенных внутри удлиненного корпуса реактора и прикрепленных к стационарной трубной решетке, которая крепится к корпусу реактора в одной его конечной части. Теплообменные трубы также крепятся к плавающей трубной решетке, которая расположена у корпуса реактора в другой его конечной части. К плавающей трубной решетке прикреплена катализаторная корзина, которая при функционировании устройства содержит катализатор. Катализаторную корзину используют в качестве подложки катализатора, и текучая среда, вступающая в реакцию, поступает в корпус возле точки прикрепления стационарной трубной решетки, где она будет контактировать с теплообменными трубами. Текучая среда будет проходить вдоль внешней стороны труб в катализаторную корзину, где она будет контактировать с катализатором, и где будет осуществляться реакция. Затем текучая среда будет поступать в теплообменные трубы и, наконец, будет покидать устройство в той конечной части, где она подавалась в реактор.

В документе EP1048343A2 описан реактор теплообменного типа с множеством труб, в которых находится катализатор, секцией корпуса, через которую проходит теплопередающая среда для осуществления теплопередачи между реакционной средой в указанных трубах, верхней и нижней трубными решетками, при этом верхние концы указанных труб крепятся к указанной верхней трубной решетке с помощью первых расширительных устройств, которые крепятся к верхней стороне указанной верхней трубной решетки, а нижние концы указанных труб крепятся непосредственно к плавающей нижней трубной решетке с образованием пространства плавающей трубной решетки, при этом оно разделено указанной трубной решеткой и внутренней пластиной (внутренней головкой), присоединенной к нижней ее стороне, которая в нижней части имеет отверстие, при этом указанное отверстие соединено с помощью второго расширительного устройства с выходным отверстием трубного пространства для вывода из реактора.

В приведенных документах, где излагается известный уровень техники, решение вышеуказанной проблемы, описанное ниже, отсутствует.

Далее по тексту настоящего документа секция реактора именуется реакционной камерой. Тем не менее, это не подразумевает того, что в реакционной камере обязательно должна проходить реакция, так как она может просто выступать в качестве теплообменного устройства.

Далее по тексту настоящего документа под трубой подразумевается замкнутое пространство с круглым поперечным сечением, которое характеризуется лишь тем, что его длина превышает расстояние между крайними точками поперечного сечения. Как правило, трубы имеют цилиндрическую форму, однако, в поперечном сечении они также могут иметь некруглую форму или форму, изменяющуюся по длине трубы.

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Варианты осуществления изобретения, в целом, относятся к кипящему водяному реактору для осуществления экзотермической реакции. Реактор содержит корпус реактора, при этом пространство корпуса реактора включает, по меньшей мере, одно входное отверстие для подачи охлаждающей среды и, по меньшей мере, одно выходное отверстие для отвода охлаждающей среды. Пространство корпуса реактора позволяет разместить в нем охлаждающую среду под давлением. Корпус реактора включает входное отверстие для подачи реагента и выходное отверстие для отвода продукта. Кипящий водяной реактор также включает камеру реактора, расположенную внутри пространства корпуса реактора. Камера реактора включает реакционную зону с множеством реакционных труб, входным трубопроводом, проходящим от указанного входного отверстия для подачи реагента до указанной реакционной зоны, и выходным трубопроводом, проходящим от указанной реакционной зоны до указанного выходного отверстия для отвода продукта. Конструкцией реактора предусматривается прохождение потока указанной охлаждающей среды от указанного входного отверстия для подачи охлаждающей среды до указанного выходного отверстия для отвода охлаждающей среды вокруг указанных реакционных труб так, чтобы указанные реакционные трубы находились в тепловом контакте с указанной охлаждающей средой. Пространство корпуса реактора имеет такие размеры, чтобы обеспечивать кипение жидкой фазы охлаждающей среды в пространстве корпуса реактора. Смесь пара и воды может

проходить через, по меньшей мере, одно выходное отверстие для отвода охлаждающей среды к внешнему паровому барабану для сепарации жидкой и газовой фазы.

В целом, температура охлаждающей среды контролируется путем контроля давления, как правило, поддерживается температура охлаждающей среды, близкая точке кипения охлаждающей среды.

Под термином «корпус реактора» подразумевается оболочка или стенки реактора, в то время как под термином «пространство корпуса реактора» подразумевается пространство внутри реактора или объем реактора.

В одном из вариантов осуществления изобретения кипящий водяной реактор для экзотермической реакции включает корпус реактора с пространством, позволяющим разместить в нем охлаждающую среду под давлением. Такой охлаждающей средой может являться вода или другая жидкость с температурой кипения, соответствующей условиям процесса. Пространство корпуса реактора включает, по меньшей мере, одно входное отверстие для подачи охлаждающей среды и, по меньшей мере, одно выходное отверстие для отвода охлаждающей среды, а также входное отверстие для подачи реагента и выходное отверстие для отвода продукта. Реакционная камера находится внутри указанного пространства корпуса реактора и включает реакционную зону с множеством реакционных труб, в которых размещается катализатор. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления изобретения катализатором может являться катализатор для производства заменителя природного газа (ЗПГ) или катализатор синтеза метанола, однако, в соответствии с настоящим изобретением также может использоваться любой другой пригодный катализатор. Реактор также включает входной трубопровод, проходящий от указанного входного отверстия для подачи реагента до указанной реакционной зоны, и выходной трубопровод, проходящий от указанной реакционной зоны до указанного выходного отверстия для отвода продукта. Внутри реактора находятся верхняя и нижняя трубные решетки, в которых имеются отверстия для подсоединения каждого конца реакционных труб к указанным трубным решеткам. Реакционные трубы могут подсоединяться к трубным решеткам любыми подходящими способами, известными специалистам. Конструкцией реактора предусматривается прохождение потока указанной

охлаждающей среды от указанного входного отверстия для подачи охлаждающей среды до указанного выходного отверстия для отвода охлаждающей среды вокруг указанных реакционных труб так, чтобы указанные реакционные трубы находились в тепловом контакте с указанной охлаждающей средой. В кипящем водяном реакторе катализатор располагается в трубах и над трубами над верхней трубной решеткой. Таким образом, происходит передача тепла, вырабатываемого при экзотермической реакции в реакционных трубах, через стенку реакционной трубы к охлаждающей среде.

Кипящий водяной реактор также включает вставку обвода реагента, которая располагается над указанной верхней трубной решеткой, и которая имеет конструкцию, обеспечивающую прохождение части реагента в обвод от катализатора, расположенного над верхней трубной решеткой, по меньшей мере, в несколько труб. С помощью этого часть реагента, которая не проходит через слой катализатора, расположенного над верхней трубной решеткой, не нагревается значительно в результате экзотермической реакции, она служит в качестве охлаждающей завесы над верхней трубной решеткой и в верхней части труб с реагентом в секции, где они подсоединены к верхней трубной решетке, и, таким образом, она служит для охлаждения трубной решетки, защищая ее от критически высоких температур, которые в противном случае могут повредить трубную решетку. Часть реагента, которая поступает в обвод слоя катализатора, расположенного над верхней трубной решеткой, предпочтительно меньше, чем часть реагента, проходящего через такой верхний слой катализатора. Неожиданно было обнаружено, что такая подача реагента в обвод катализатора является целесообразной, так как относительные потери в производительности из-за обвода являются менее значительными, чем повышение производительности реактора, в целом, из-за возможности расположения большего количества катализатора над верхней трубной решеткой. Другим преимуществом настоящего изобретения является возможность компенсации усадки катализатора в реакционных трубах, так как катализатор, расположенный над верхней трубной решеткой, будет осаживаться в реакционные трубы при усадке катализатора. Кипение охлаждающей среды не является обязательным условием для охлаждения.

В одном из вариантов осуществления изобретения вставка обвода реагента включает множество одиночных трубных вставок, у которых диаметр нижнего конца меньше, чем внутренний диаметр верхнего конца реакционных труб. Таким образом, вставки могут входить в верхний конец реакционных труб в верхней трубной решетке. Разницей между внешним диаметром нижнего конца трубной вставки и внутренним диаметром верхнего конца трубы для реагента определяется кольцевое пространство, с помощью которого контролируется количество потока реагента, поступающего в обвод, который охлаждает верхнюю трубную решетку. Таким образом, согласно данному изобретению поток обвода может регулироваться в соответствии с условиями процесса в реакторе. Трубные вставки включают устройство для крепления указанных трубных вставок к верхнему концу реакционных труб. В одном из вариантов осуществления изобретения устройство для крепления включает верхнюю часть трубной вставки, внешний размер которой больше, чем внутренний диаметр верхнего конца реакционных труб. Соответственно, трубные вставки крепятся к верхнему концу реакционных труб посредством силы тяжести, так как вставка располагается на верхней части трубных вставок, тем не менее, дистанционирующее устройство обеспечивает прохождение потока обвода, необходимого для процесса. Необходимое расстояние может быть обеспечено с помощью множества выступов на внешней стороне вставок.

В соответствии с частным вариантом осуществления изобретения верхняя часть трубных вставок имеет шестиугольную форму, что обеспечивает небольшой зазор между верхними частями вставок. Это может быть выгодным, при загрузке катализатора в трубы с реагентом и во вставки, так как при этом риск попадания катализатора в пространство между вставками сводится к минимуму. Поток обвода между трубами может контролироваться путем создания определенного перепада давления в канале катализатора и канале обвода. Для создания перепада давления может использоваться пространство между вставленной вставкой обвода реагента и реакционными трубами. Тем не менее, также могут использоваться дистанционирующие детали, фиксирующие трубы.

В еще одном варианте осуществления изобретения вставка обвода реагента включает лоток трубных вставок в сборе для размещения катализатора и вставки

в верхний конец реакционных труб, а также отверстия в лотке для прохождения реагента.

Кипящий водяной реактор по любому из предшествующих пунктов, также содержащий вставные кольца, которые будут располагаться вокруг нижнего конца вставки обвода реагента, при этом указанные вставные кольца имеют такой размер, чтобы с их помощью можно было регулировать кольцевое пространство между нижним концом вставки обвода реагента и верхней частью верхней трубной решетки. Такие вставные кольца могут иметь подходящую форму, обеспечивающую прохождение соответствующего количества потока обвода. Например, такие кольца могут быть снабжены внутренними или внешними откидными створками или выступами.

В одном из вариантов осуществления изобретения внутренний диаметр реакционных труб находится в диапазоне 20 - 500 мм, предпочтительно 40 - 300 мм. Однако изобретение не ограничивается исключительно указанными диапазонами, так как принцип изобретения действует также и для других размеров труб.

ПРИЗНАКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Кипящий водяной реактор для осуществления экзотермической реакции, содержащий следующие элементы:
 - корпус реактора с пространством корпуса реактора, выполненным с возможностью размещения в нем охлаждающей среды под давлением,
 - при этом указанное пространство корпуса реактора включает, по меньшей мере, одно входное отверстие для подачи охлаждающей среды и, по меньшей мере, одно выходное отверстие для отвода охлаждающей среды,
 - при этом указанное пространство корпуса реактора включает входное отверстие для подачи реагента и выходное отверстие для отвода продукта,
 - реакционную камеру, находящуюся внутри указанного пространства корпуса реактора, при этом указанная реакционная камера включает

реакционную зону с множеством реакционных труб, в которых размещается катализатор,

- входной трубопровод, проходящий от указанного входного отверстия для подачи реагента до указанной реакционной зоны, и выходной трубопровод, проходящий от указанной реакционной зоны до указанного выходного отверстия для отвода продукта,
 - верхнюю и нижнюю трубные решетки, в которых имеются отверстия для подсоединения каждого конца реакционных труб к указанным трубным решеткам,
- при этом конструкцией реактора предусматривается прохождение потока указанной охлаждающей среды от указанного входного отверстия для подачи охлаждающей среды до указанного выходного отверстия для отвода охлаждающей среды вокруг указанных реакционных труб таким образом, что указанные реакционные трубы находятся в тепловом контакте с указанной охлаждающей средой,
- при этом в кипящем водяном реакторе катализатор располагается в трубах и над трубами над верхней трубной решеткой, и
- при этом кипящий водяной реактор также включает, по меньшей мере, одну вставку обвода реагента, которая располагается сверху указанной верхней трубной решетки, и которая имеет конструкцию, обеспечивающую прохождение части реагента в обвод от катализатора, расположенного над верхней трубной решеткой, по меньшей мере, в несколько труб.

2. Кипящий водяной реактор по признаку 1, отличающийся тем, что, по меньшей мере, одна вставка обвода реагента включает множество одиночных трубных вставок, у которых диаметр нижнего конца меньше, чем внутренний диаметр верхнего конца реакционных труб, а также включает устройство для крепления указанных трубных вставок к верхнему концу реакционных труб.

3. Кипящий водяной реактор по признаку 2, отличающийся тем, что указанное устройство для крепления включает верхнюю часть трубной вставки, внешний размер которой больше, чем внутренний диаметр верхнего конца реакционных труб, с помощью чего трубные вставки крепятся к верхнему концу реакционных труб посредством силы тяжести.

4. Кипящий водяной реактор по признаку 2 или 3, отличающийся тем, что указанное устройство для крепления включает множество выступов.

5. Кипящий водяной реактор по признаку 2, 3 или 4, отличающийся тем, что верхняя часть трубных вставок имеет шестиугольную форму.

6. Кипящий водяной реактор по признаку 1, отличающийся тем, что, по меньшей мере, одна вставка обвода реагента включает лоток трубных вставок в сборе для размещения катализатора и вставки в верхний конец реакционных труб, а также отверстия в лотке для прохождения реагента.

7. Кипящий водяной реактор по любому из предшествующих признаков, отличающийся тем, что кольцевое пространство между нижней частью, по меньшей мере, одной вставки обвода реагента и верхней частью верхней трубной решетки предназначено для контроля количества реагента, поступающего в обвод в реакционные трубы.

8. Кипящий водяной реактор по любому из предшествующих признаков, также содержащий вставные кольца для установки вокруг нижнего конца, по меньшей мере, одной вставки обвода реагента, при этом указанные вставные кольца выполнены с возможностью регулирования кольцевого пространства между нижним концом, по меньшей мере, одной вставки обвода реагента и верхней частью верхней трубной решетки.

9. Кипящий водяной реактор по любому из предшествующих признаков, отличающийся тем, что катализатором может быть катализатор синтеза метанола или катализатор для производства заменителя природного газа.

10. Кипящий водяной реактор по любому из предшествующих признаков, отличающийся тем, что внутренний диаметр реакционных труб находится в диапазоне 30 - 120 мм, предпочтительно 40 - 80 мм.

Кипящий водяной реактор по любому из предшествующих признаков, отличающийся тем, что, по меньшей мере, одна вставка обвода реагента включает дистанционирующие детали с внешней стороны для создания пространства между внешней стороной указанной, по меньшей мере, одной вставки обвода реагента и внутренней стороной верхней части реакционных труб.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Варианты осуществления настоящего изобретения поясняются в качестве примера и 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 Фигуре 1 приведено частичное изображение кипящего водяного реактора в соответствии с известным уровнем техники.

На Фигуре 2 приведено частичное изображение кипящего водяного реактора в соответствии с настоящим изобретением.

Номера позиций:

01. Кипящий водяной реактор
02. Корпус реактора
03. Реакционные трубы
04. Катализатор
05. Верхняя трубная решетка
06. Вставка обвода реагента

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Как известно специалистам, производительность кипящего водяного реактора 01 может быть увеличена путем загрузки его катализатором 04 не только внутри реакционных труб 03, но также расположив его над верхней трубной решеткой 05, как показано на Фигуре 1. Расположение катализатора над трубной решеткой не увеличивает значительно стоимость реактора, так как в противном случае это пространство внутри верхней части купола корпуса 02 реактора все равно бы осталось пустым. Однако из-за того, что некоторые реакции могут протекать с выделением большого количества теплоты, теплота, которая будет

выделяться на трубной решетке и над ней, не может быть эффективно удалена, так как охлаждающая среда находится в секции кипящего водяного реактора, расположенной под верхней трубной решеткой. Таким образом, возникает опасность, что при высоких температурах верхняя трубная решетка может быть повреждена. Верхняя трубная решетка имеет такие размеры, чтобы она могла выдерживать температурные напряжения и технологическое давление в определенных диапазонах температур. В случае если температура поднимается выше такого диапазона, прочность верхней трубной решетки снижается, что может привести к неполадкам и повреждениям.

Настоящим изобретением предоставляется решение этой проблемы путем охлаждения верхней трубной решетки с помощью потока реагирующего газа, который поступает в обвод катализатора над трубной решеткой, в верхней части реакционных труб, в результате чего не происходит нагревание этого потока обвода при экзотермической реакции в катализаторе возле верхней трубной решетки. Один из вариантов осуществления изобретения показан на Фигуре 2, на которой приведен вид в разрезе верхней трубной решетки и одной реакционной трубы. Реакционная труба крепится своим верхним концом в отверстии в трубной решетке. Такое крепление может быть герметичным, герметичность обеспечивается путем сварки или с помощью любых иных подходящих способов, известных специалистам. На верхней трубной решетке, внутри верхней части каждой реакционной трубы располагается вставка обвода реагента, при этом ее нижний конец вставлен в верхнюю часть реакционной трубы. Соответственно, внешний размер нижней части вставки обвода реагента меньше внутреннего диаметра верхней части реакционной трубы.

Разница диаметров подбирается таким образом, чтобы не только поместить вставку обвода реагента внутрь реакционной трубы, но, что более важно, также создать кольцевое пространство для прохождения охлаждающего газа между множеством вставок обвода реагента над трубной решеткой и в верхней части реакционных труб, которая находится в тепловом контакте с верхней трубной решеткой. Как видно на Фигуре 2, большая часть технологического газа (реагента) проходит через внутреннюю часть вставок обвода реагента. Так как вставки, а также реакционные трубы заполнены катализатором, эта большая часть реагента будет нагреваться из-за экзотермической реакции с катализатором. Тем

не менее, согласно данному изобретению этот нагретый реагент не будет повреждать верхнюю трубную решетку из-за непрореагировавшего реагента с более низкой температурой, который проходит вокруг внешней стороны вставок обвода реагента к верхней части верхней трубной решетки и вниз, по внутренней стенке верхней части реакционных труб до того, как два потока реагента наконец смешиваются в реакционных трубах в секции резкого охлаждения. Такое кольцевое пространство может быть создано с использованием различных известных специалистам устройств, например, с помощью выступов на внешней стороне вставок обвода реагента, вставленных кольцевых прокладок колец с выступами, стержней, приваренных к вставкам и других подобных устройств.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения, показанном на Фигуре 2, верхние части вставок обвода реагента имеют шестиугольную форму. Этим обеспечивается близкое расположение верхних частей вставок обвода реагента, между вставками остается пространство достаточное лишь для прохождения потока обвода реагента для охлаждения верхней трубной решетки. Кроме того, с помощью такой шестиугольной формы сводится к минимуму риск попадания катализатора на верхнюю трубную решетку, где он будет реагировать с реагентом с нагреванием трубной решетки. Тем не менее, согласно данному изобретению вставки обвода реагента могут иметь любую подходящую форму для получения экономичного, но при этом эффективного решения.

Формула изобретения

1. Кипящий водяной реактор для осуществления экзотермической реакции, содержащий следующие элементы:
 - корпус реактора с пространством корпуса реактора, выполненным с возможностью размещения в нем охлаждающей среды под давлением,
 - при этом указанное пространство корпуса реактора включает, по меньшей мере, одно входное отверстие для подачи охлаждающей среды и, по меньшей мере, одно выходное отверстие для отвода охлаждающей среды,
 - при этом указанное пространство корпуса реактора включает входное отверстие для подачи реагента и выходное отверстие для отвода продукта,
 - реакционную камеру, находящуюся внутри указанного пространства корпуса реактора, при этом указанная реакционная камера включает реакционную зону с множеством реакционных труб, в которых размещается катализатор,
 - входной трубопровод, проходящий от указанного входного отверстия для подачи реагента до указанной реакционной зоны, и выходной трубопровод, проходящий от указанной реакционной зоны до указанного выходного отверстия для отвода продукта,
 - верхнюю и нижнюю трубные решетки, в которых имеются отверстия для подсоединения каждого конца реакционных труб к указанным трубным решеткам,
- при этом конструкцией реактора предусматривается прохождение потока указанной охлаждающей среды от указанного входного отверстия для подачи охлаждающей среды до указанного выходного отверстия для отвода охлаждающей среды вокруг указанных реакционных труб таким образом, что указанные реакционные трубы находятся в тепловом контакте с указанной охлаждающей средой,

- при этом в кипящем водяном реакторе катализатор располагается в трубах и над трубами над верхней трубной решеткой, и
- при этом кипящий водяной реактор также включает, по меньшей мере, одну вставку обвода реагента, которая располагается сверху указанной верхней трубной решетки, и которая имеет конструкцию, обеспечивающую прохождение части реагента в обвод от катализатора, расположенного над верхней трубной решеткой, по меньшей мере, в несколько труб.

2. Кипящий водяной реактор по п. 1, **отличающийся тем**, что, по меньшей мере, одна вставка обвода реагента включает множество одиночных трубных вставок, у которых диаметр нижнего конца меньше, чем внутренний диаметр верхнего конца реакционных труб, а также включает устройство для крепления указанных трубных вставок к верхнему концу реакционных труб.

3. Кипящий водяной реактор по п. 2, **отличающийся тем**, что указанное устройство для крепления включает верхнюю часть трубной вставки, внешний размер которой больше, чем внутренний диаметр верхнего конца реакционных труб, с помощью чего трубные вставки крепятся к верхнему концу реакционных труб посредством силы тяжести.

4. Кипящий водяной реактор по п. 2 или 3, **отличающийся тем**, что указанное устройство для крепления включает множество выступов.

5. Кипящий водяной реактор по п. 2, 3 или 4, **отличающийся тем**, что верхняя часть трубных вставок имеет шестиугольную форму.

6. Кипящий водяной реактор по п. 1, **отличающийся тем**, что, по меньшей мере, одна вставка обвода реагента включает лоток трубных вставок в сборе для размещения катализатора и вставки в верхний конец реакционных труб, а также отверстия в лотке для прохождения реагента.

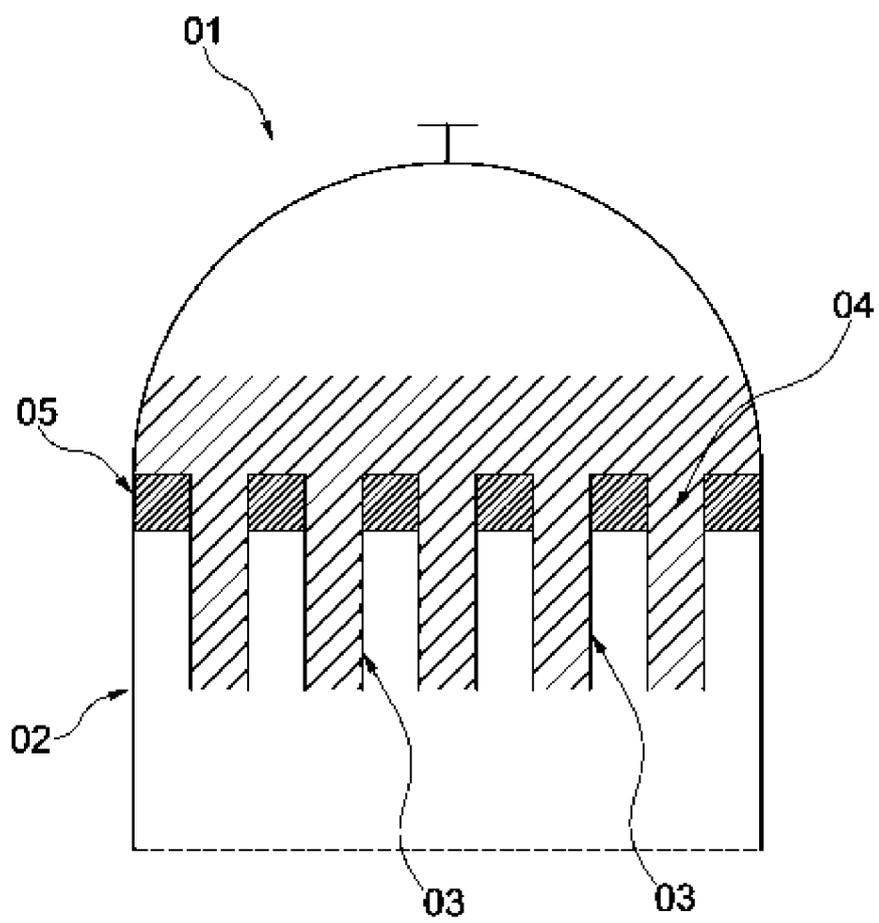
7. Кипящий водяной реактор по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что кольцевое пространство между нижней частью, по меньшей мере, одной вставки обвода реагента и верхней частью верхней трубной решетки предназначено для контроля количества реагента, поступающего в обвод в реакционные трубы.

8. Кипящий водяной реактор по любому из предшествующих пунктов, также содержащий вставные кольца для установки вокруг нижнего конца, по меньшей мере, одной вставки обвода реагента, при этом указанные вставные кольца выполнены с возможностью регулирования кольцевого пространства между нижним концом, по меньшей мере, одной вставки обвода реагента и верхней частью верхней трубной решетки.

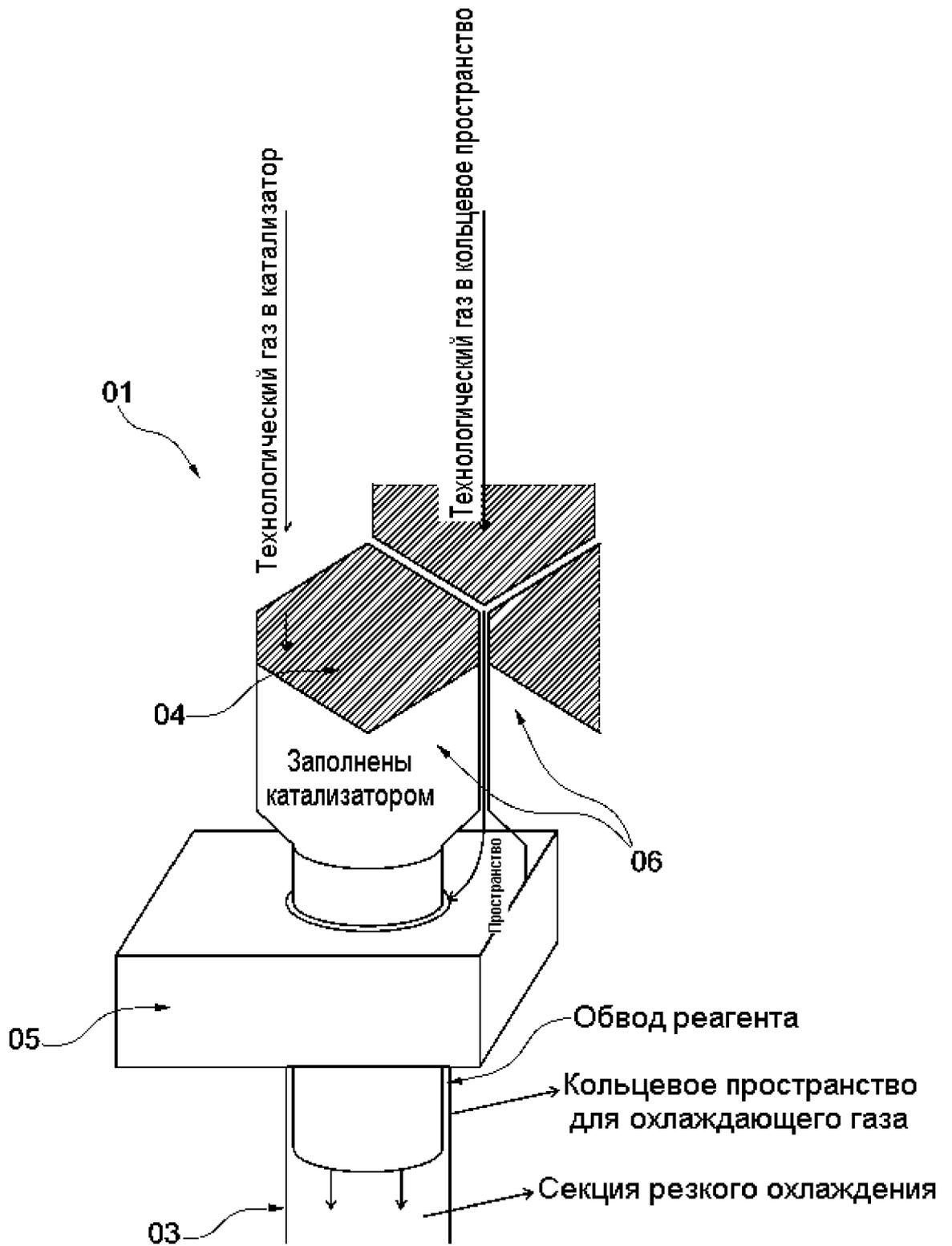
9. Кипящий водяной реактор по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что катализатором может быть катализатор синтеза метанола или катализатор для производства заменителя природного газа.

10. Кипящий водяной реактор по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что внутренний диаметр реакционных труб находится в диапазоне 30 - 120 мм, предпочтительно 40 - 80 мм.

11. Кипящий водяной реактор по любому из предшествующих пунктов, **отличающийся тем**, что, по меньшей мере, одна вставка обвода реагента включает дистанционирующие детали с внешней стороны для создания пространства между внешней стороной указанной, по меньшей мере, одной вставки обвода реагента и внутренней стороной верхней части реакционных труб.



Фиг. 1



Фиг. 2