

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201491445** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2014.11.28

(51) Int. Cl. *B01J 8/04* (2006.01)
B01D 3/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2012.02.13

(54) РЕКТИФИКАЦИОННАЯ КОЛОННА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

(86) PCT/RU2012/000099

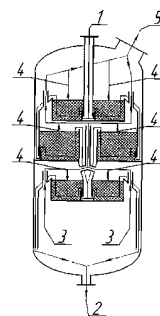
(87) WO 2013/122496 2013.08.22

(71) Заявитель:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "РРТ" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Шалупкин Дмитрий Николаевич,
Ратасеп Михаил Альбертович,
Парпуц Олег Игоревич, Гиязов Олег
Валерьевич (RU)**

(74) Представитель:
**Липатова И.И., Хмара М.В., Рыбаков
В.М., Чугорина Е.Ю., Новоселова
С.В., Дощечкина В.В., Ильмер Е.Г.,
Пантелеев А.С., Осипов К.В. (RU)**

(57) Предложено устройство для осуществления химических реакций, в которых одно исходное вещество находится в жидкой фазе и один продукт находится в газовой фазе, содержащее реакционную зону, которая включает в себя две каталитические секции, причем каждая секция имеет питающий канал и переливной карман, который одновременно служит питающим каналом для следующей секции, так что жидкость из каждой секции поступает в переливной карман этой секции и через него попадает в нижнюю часть следующей секции, причем устройство выполнено с возможностью отведения газообразных продуктов каждой секции, минуя остальные секции.



A1

201491445

201491445

A1

Устройство для осуществления химических реакций

Область изобретения

Настоящее изобретение относится к области химической технологии, в частности к реакторам для проведения каталитических реакций и реакционно-ректификационным колоннам.

Уровень техники

Химические реакторы представляют собой аппараты для осуществления химических реакций. Химические реакции могут осуществляться на катализаторе, в частности на неподвижном слое катализатора. В ряде химических реакций по меньшей мере одно исходное вещество находится в жидкой фазе, и по меньшей мере один продукт находится в газовой фазе. Примерами таких реакций являются изомеризация парафинов, гидроизомеризация бензола и т.п.

Основной проблемой большинства реакций является низкая селективность по целевому продукту, либо низкая степень превращения исходных веществ. Некоторые реакции требуют использования нескольких катализаторов, что обычно выполняют с применением отдельных устройств для каждой реакции, при этом общий размер системы и энергетические затраты являются существенными.

Таким образом, существует необходимость в создании усовершенствованных устройств для проведения химических реакций.

Сущность изобретения

Задачей данного изобретения являлось создание устройства для осуществления каталитических химических реакций, которое позволило бы достичь максимальной конверсии исходного вещества и повысить выход целевого продукта. Задачей являлось создание устройства, которое предпочтительно можно было бы легко модифицировать под широкий спектр процессов, в частности процессов нефтепереработки.

Данная задача решена тем, что предложено устройство для осуществления химических реакций на неподвижном слое катализатора, в которых по меньшей мере одно исходное вещество находится в жидкой фазе, и по меньшей мере один продукт находится в газовой фазе, содержащее реакционную зону, которая включает в себя по меньшей мере две каталитических секции, расположенные одна под другой или концентрически, причем каждая секция имеет питающий канал

и переливной карман, который одновременно служит питающим каналом для следующей по ходу жидкости секции, так что жидкость из каждой секции поступает в переливной карман этой секции и через него попадает в нижнюю часть следующей секции, переливной карман последней по ходу жидкости секции является открытым с возможностью свободного истечения жидкой фазы, в то время как над питающим карманом первой по ходу жидкости секции расположено распределительное устройство, обеспечивающее подачу жидкой фазы в первую по ходу жидкости секцию, причем устройство выполнено с возможностью отведения газообразных продуктов каждой секции, минуя остальные секции.

5 Целесообразно, когда по меньшей мере один переливной карман/питающий канал формирует по меньшей мере часть наружного края реакционной зоны.

Целесообразно, когда питающий канал выполнен таким образом, что жидкость, находящаяся в нем, образует гидрозатвор, так что газовая фаза, находящаяся в секции, не имеет возможности поступать в питающий канал.

15 В ряде воплощений изобретения дно секции выполнено глухим.

По меньшей мере одна реакционная секция может иметь распределительную камеру у её дна под слоем катализатора и может быть выполнена с возможностью подвода газа через эту распределительную камеру.

20 Целесообразно, когда указанная распределительная камера содержит устройство смешения жидкой фазы, поступающей из питающего канала в указанную распределительную камеру, с газовой фазой.

В одном из воплощений изобретения предложенное устройство представляет собой реакционно-ректификационную колонну.

25 В одном из воплощений изобретения предложенное устройство представляет собой реактор.

Описанное устройство само по себе может представлять узел реактора или реакционно-ректификационной колонны.

В некоторых воплощениях изобретения секции содержат разные катализаторы.

30 Предложена также реакционно-ректификационная колонна, содержащая по меньшей мере одну реакционную зону, причем указанная зона включает в себя по меньшей мере две каталитических секции, расположенные одна под другой или концентрически, причем каждая секция имеет питающий канал и переливной карман, который одновременно служит питающим каналом для следующей секции, так что жидкость из каждой секции поступает в переливной карман этой секции и
35 через него попадает в нижнюю часть следующей секции, переливной карман

последней по ходу жидкости секции является открытым с возможностью свободного истечения жидкой фазы, в то время как над питающим карманом первой по ходу жидкости секции расположено распределительное устройство, обеспечивающее подачу жидкой фазы в первую по ходу жидкости секцию, причем

5 зона выполнена с возможностью отведения газообразных продуктов каждой секции, минуя остальные секции.

В одном из воплощений секции расположены одна под другой.

В предпочтительных воплощениях секции выполнены с переливным карманом по центру или по периферии, и секции с переливным карманом по

10 центру или по периферии чередуются.

В предпочтительных воплощениях все периферические переливные карманы формируют часть наружного края реакционной зоны.

В предпочтительных воплощениях газообразные продукты каждой секции отводятся, минуя остальные, секции по газоотводному каналу(ам).

15 Колонна по изобретению может содержать по меньшей мере 2 реакционные зоны. В этом случае указанные зоны могут быть разделены массообменным устройством.

В некоторых воплощениях зоны содержат разные катализаторы, а секции каждой зоны содержат один и тот же катализатор.

20 Колонна по изобретению может содержать по меньшей мере 3 реакционные зоны, по меньшей мере две из которых разделены массообменным устройством.

В одном из воплощений колонна по изобретению содержит 3 реакционные зоны, где одна зона, предназначенная для гидроизомеризации бензола, содержит по меньшей мере 2 секции, а две другие зоны, предназначенные для изомеризации

25 гексана и пентана каждая содержит по меньшей мере 3, предпочтительно 4 или 5, более предпочтительно 6, секций.

В еще одном воплощении секции расположены концентрически. При этом целесообразно, когда колонна содержит по меньшей мере 2 реакционные зоны. Целесообразно, когда в такой колонне секции представляют собой ячеистую

30 структуру с полостями, так что полости реакционных зон расположены одна под другой и образуют канал для прохождения газовой фазы. В некоторых воплощениях полые ячейки секций могут быть выполнены с оребрением, так что канал для прохождения газовой фазы имеет оребрение. В ряде воплощения полые ячейки могут содержать массообменные устройства.

Авторами изобретения обнаружено, что с помощью такого устройства реакционной зоны удастся повысить выход целевого продукта/селективность по целевому продукту. Неожиданно также оказалось, что использование реакционной зоны по изобретению позволяет сократить тепловые потери и уменьшить количество необходимого катализатора.

Краткое описание чертежей

Фиг.1. Схема реакционной зоны, в которой секции расположены одна под другой. На Фиг. 1А дан общий вид зоны, на Фиг.1Б показано движение потоков в такой зоне.

Фиг.2. Схема реакционной зоны, в которой секции расположены концентрически.

Фиг.3. Варианты устройства сбора жидких компонентов для ввода жидкой фазы в первую секцию.

Фиг.4. Схема реактора с реакционной зоной по изобретению.

Фиг.5. Трехмерное изображение реакционной зоны с секциями, расположенными одна под другой.

Фиг.6. Трехмерное изображение реакционной зоны с концентрическими секциями.

Фиг.7. Одна зона колонны с несколькими зонами из концентрических секций (трехмерное изображение). 7А – общий вид, 7Б – вид в разрезе.

Фиг.8. Одна зона колонны с несколькими зонами из концентрических секций (сечение, варианты).

Фиг.9. Схема реакционно-ректификационной колонны с реакционной зоной по изобретению.

Подробное описание изобретения

Описываемое устройство реакционной зоны может быть использовано в реакционных аппаратах для проведения каталитических реакций на неподвижном слое катализатора с газообразными продуктами реакции, а также в аппаратах для реакционной ректификации.

Каталитическая (реакционная) секция согласно изобретению – это лоток, заполненный катализатором.

Выбор соответствующих объемов лотков позволяет реализовывать различное время пребывания реакционной смеси на каждом слое катализатора,

которое прямо пропорционально объему катализатора и обратно пропорционально скорости потока сырья.

Катализатор может удерживаться прижимной сеткой или иным подходящим устройством.

5 Примеры катализаторов включают катализаторы, содержащие металлы VIII группы периодической системы химических элементов, нанесенные на носители, такие как активный оксид алюминия, бетта-цеолит, пентасилы (типа ZSM-5), мордденит. Указанные носители могут быть модифицированы галогенами, такими как F и/или Cl и другими элементами. В качестве катализаторов могут
10 использоваться твердые и/или нанесенные гетерополикислоты. Указанные катализаторы могут быть промотированы Mn, Fe, галогенами Cl и/или F и другими элементами.

Схематическое расположение секций друг под другом представлено на Фиг.1. На Фиг.1А катализатор 1 расположен в лотке 5, переливной карман 2
15 верхней секции образует одно целое с питающими каналом 3 нижерасположенной секции, причем газоотводные каналы 4 проходят внутри переливных карманов 2. На Фиг.1Б показана схема движения потоков: в питающий канал верхней секции поступает жидкая фаза 1, жидкая фаза, проходя через гидрозатвор, поступает в нижнюю часть верхней секции, проходит через слой катализатора, на котором идет
20 реакция, и через переливной карман перетекает к нижерасположенной секции; там через гидрозатвор она поступает в нижнюю часть этой секции, проходит через слой катализатора, на котором идет реакция, и через переливной карман перетекает к нижерасположенной секции, либо, если эта секция является последней, стекает к расположенным ниже устройствам свободным потоком 2. Газовая фаза 3 (когда
25 она имеется) поступает в газоотводные каналы, в эти же каналы поступают газообразные продукты реакции 4, которые отводятся от самой верхней секции потоком 5. Трехмерное изображение такой зоны дано на Фиг.5.

На Фиг.2 представлено устройство зоны, в котором секции расположены концентрически, то есть смена секций происходит по мере удаления/приближения
30 к центру устройства.

С помощью сборника жидкости 1 жидкие продукты собираются по всему сечению аппарата и направляются в питающий канал 12 самой первой секции.

С помощью устройств индивидуального подвода жидких компонентов 5 в реакционную смесь (через питающий канал) могут вводиться дополнительные
35 компоненты.

Далее реакционная смесь поступает в камеру предварительного смешения 7, отделённую от переливного кармана гидрозатвором 13, через устройство индивидуального подвода газообразных компонентов 6 в камеру смешения сверху вниз вводится газ, в результате реакционная смесь интенсивно перемешивается, насыщается газом, из камеры предварительного смешения хорошо перемешанная газожидкостная смесь поступает через опорную решетку 14 в реакционную секцию 3.

Насыпка катализатора сверху плотно поджата сеткой 16 предотвращающей унос и истирание катализатора.

На выходе из реакционной секции газообразные продукты устремляются вверх, а жидкие перетекают в переливной карман/питающий канал 12 следующей реакционной секции.

С помощью устройств внешнего отбора 8 могут отбираться продукты каждой реакционной секции.

Устройства осушения 9 с помощью расположенных снаружи аппарата вентилей позволяют, не разбирая аппарат, осушить реакционные секции, слив жидкость вниз внутрь аппарата или наружу.

Реакционные секции соединены переливными карманами 12, открывая и закрывая которые, можно менять последовательность реакционных секций, через которые будут течь жидкие продукты.

При такой организации зоны поток компонентов распараллеливается, что повышает надёжность проведения реакции: при отказе одной реакционной секции, остальные секции продолжают функционировать.

Трёхмерное изображение одного из вариантов выполнения зоны дано на Фиг.6.

Расположение реакционных устройств на одном уровне сокращает общую высоту аппарата, что снижает энергетические затраты (насосы, тепло на испарение), объём и стоимость строительных конструкций, при некоторых условиях нагружения общую металлоёмкость: увеличение объёма линейно зависит от высоты и в квадрате от диаметра, при этом материалоемкость растёт линейно.

Если в зоне используется один катализатор, реакция проходит в нескольких параллельно работающих реакционных секциях.

Если в зоне используются разные катализаторы, последовательность их прохождения определяется последовательностью соединения переливных карманов реакционных секций. С помощью системы переливов могут быть

организованы различные схемы течения жидких компонентов, т.е. катализаторы системы могут работать в разных последовательностях.

В некоторых реализациях все реакционные зоны имеют индивидуальный подвод и отвод компонентов и при этом остаются взаимосвязанными.

- 5 Индивидуальный подвод газовых компонентов позволяет регулировать термодинамику и гидродинамику каждой каталитической системы, хотя подвод газа может быть и общим для всех секций. Индивидуальный подвод жидких компонентов позволяет оптимизировать составы реакционных смесей, расширяет номенклатуру проводимых химических реакций.

10

В принципе, сокращение времени пребывания жидкой фазы на катализаторе может повысить выход целевого продукта за счет уменьшения его превращения в последующие (нецелевые) продукты, однако одновременно уменьшится степень превращения исходного продукта. Предложенное устройство
15 позволяет сохранить время пребывания жидкой фазы на катализаторе, однако сократить время пребывания на катализаторе газообразного целевого продукта, который отводится из каждой секции. Таким образом, выход целевого продукта/селективность по целевому продукту удалось повысить.

15

Неожиданно также оказалось, что использование реакционной зоны по изобретению позволяет сократить тепловые потери и уменьшить количество
20 необходимого катализатора.

20

Секционное расположение катализатора позволяет эффективно использовать тепло, выделяющееся в ходе реакции на слое катализатора. А именно, это тепло используется для нагрева реакционной смеси, продуктов
25 реакции, рабочей среды аппарата. Эффект, во-первых, достигается благодаря сокращению поверхностей с которых происходят теплотери в окружающую среду, поскольку лотки, содержащие насыпку катализатора, частично или полностью разделены со стенкой аппарата слоем реакционной смеси, продуктов
30 реакции, иной рабочей среды, содержащейся в переливных карманах или питающих каналах. Во-вторых, в случае проведения в секциях разных реакций, секции могут быть расположены таким образом, что тепло, выделяющееся в ходе реакции на слое катализатора в одной секции, будет непосредственно использоваться в смежной секции. Этот эффект продемонстрирован в примере 1.

30

Устройство снижает конкуренцию готовых продуктов с не
35 прореагировавшими компонентами на катализаторе, следовательно катализатор

35

используется рационально и имеется возможность уменьшить объём его насыпки относительно случая с неразделённой насыпкой.

В результате своевременного отвода продуктов реакции из реакционной зоны и, как следствие, уменьшения конкуренции между непрореагировавшей
5 реакционной смесью и продуктами реакции, удалось сократить объём катализатора, необходимый для проведения конкретной реакции. Это эффект продемонстрирован в примере 2.

Кроме того, такое устройство позволяет проводить реакции с многокомпонентными исходными смесями на различных катализаторах,
10 устанавливаемых в одной реакционной зоне. При этом продукты реакций поэтапно отводятся из реакционных секций, что позволяет исключить их нежелательный контакт с катализаторами других секций, в то время как жидкая фаза остается в реакции.

Предложенная конструкция позволяет также модифицировать устройство
15 под широкий спектр процессов, в том числе нефтепереработки, и позволяет производить загрузку/разгрузку катализатора через люк в стенке, то есть является технологически выгодной. Конструкция реакционной зоны, реализованная в промышленном аппарате, позволяет проводить загрузку/разгрузку в каждую реакционную секцию через штуцер в стенке аппарата, что значительно сокращает
20 время подготовительных работ по сравнению с аналогичными устройствами. Предложенное устройство отличается простотой загрузки и выгрузки катализатора.

Предложенное устройство реакционной зоны может быть применено в реакторах. При этом реакционная смесь подается в аппарат сверху и поступает в
25 верхнюю реакционную секцию. Затем поэтапно проходит все секции и выводится из нижней части аппарата. Для отвода газообразных продуктов реакции в верхней части аппарата может быть предусмотрен штуцер. Схема реактора, а также потоков в нем дана на Фиг.4: в питающий канал верхней секции поступает жидкая фаза 1, жидкая фаза через гидрозатвор поступает в нижнюю часть верхней секции,
30 проходит через слой катализатора, на котором идет реакция, и через переливной карман перетекает к нижерасположенной секции; там через гидрозатвор она поступает в нижнюю часть этой секции, проходит через слой катализатора, на котором идет реакция, и через переливной карман перетекает к нижерасположенной секции, из последней секции жидкая фаза стекает к
35 расположенным ниже устройствам свободным потоком 2. Газовая фаза 3 (когда она имеется) поступает в газоотводные каналы, в эти же каналы поступают

газообразные продукты реакции 4, которые отводятся от самой верхней секции потоком 5.

Предложенное устройство реакционной зоны может быть применено в аппаратах для реакционной ректификации. Парогазовый поток из куба или
5 массообменной зоны поступает снизу и идет по газоотводным каналам. Жидкостной поток поступает в реакционную зону сверху, в частности с дефлегматора или с массообменного устройства, и подводится в питающий канал верхней реакционной секции. Затем поэтапно проходит через каждую секцию и отводится в куб аппарата или в нижерасположенную массообменную зону, а затем
10 в нижерасположенную реакционную зону или куб. Схема колонны дана на Фиг.9.

В случае исполнения колонны с несколькими зонами из концентрических секций, секции можно выполнить ячеистыми, как показано на Фиг.7 и 8.

Как показано на Фиг. 7, реакционные ячейки секций равномерно
15 распределены по сечению аппарата и чередуются с транспортными каналами, образованными их внешними стенками, предпочтительно в шахматном порядке, когда каждая реакционная ячейка одной секции соединена с двумя ячейками другой секции.

В этом случае газоотводные (транспортные) каналы формируются пустыми
20 ячейками нескольких зон и обеспечивают транспорт газообразных и жидких компонентов. Для интенсификации тепло-массообмена каналы могут быть сделаны с оребрением 15 (Фиг. 8А). Транспортные каналы позволяют проходить поднимающимся парам, минуя реакционное устройство, без значительных гидравлических потерь, отводить жидкие продукты вниз, проводить массообмен
25 между поднимающимися парами и опускающейся жидкостью; в транспортных каналах легко размещаются и обслуживаются другие устройства. В транспортных каналах могут быть расположены дополнительные массообменные устройства, например насадка.

В таких воплощениях расположение конкретных катализаторов
30 целесообразно осуществлять с учётом тепловых эффектов, например, каталитические секции с экзотермическим эффектом целесообразно располагать в местах, имеющих наибольшую площадь общих с транспортными каналами стенок.

Чередование ячеек реакционных секций с транспортными каналами
35 позволяет снизить и выровнять по сечению аппарата гидравлическое сопротивление всего устройства.

Массообменные устройства, которые осуществляют непрерывное фракционирование, могут включать в себя, как известно любому среднему специалисту, ректификационные тарелки разделения, неструктурированную массообменную насадку, структурированную массообменную насадку.

5 Устройство сбора жидких компонентов обеспечивает ввод жидких продуктов в нужную область устройства, в зависимости от того, где осуществляется начальный ввод жидких компонентов. Примеры схем таких устройств даны на Фиг.3. Показанная на Фиг.2 реализация устройства сбора жидких компонентов состоит из ряда последовательно соединённых отбойных элементов 4,
10 собирающих жидкие компоненты и образующих систему каналов для прохождения газообразных компонентов, из-за большой площади каналов устройство обладает малым гидравлическим сопротивлением.

Гидрозатвор в питающих каналах организован таким образом, что приходящая сверху перегородка канала/кармана опускается ниже высоты
15 гидрозатворной перегородки, идущей снизу.

Газообразные продукты каждой секции могут отводиться, минуя остальные секции, через газоотводные каналы, которые с целью экономии места могут быть проведены через питающие каналы (переливные карманы). При этом парогазовый поток не контактирует ни с каталитической системой, ни с жидкостным потоком
20 реакционной смеси. Благодаря этому реакционная зона работает в стабильных гидродинамических режимах (отсутствуют явления «захлебывания» и «провала»), в широких пределах производительностей по жидкостному и парогазовому потокам, а также сокращается перепад давлений в аппарате.

Пример 1

25 Гидроизомеризации бензола на лабораторной установке (проточный реактор).

В исследовании загрузка соответствующего катализатора производилась на устройство, в котором реакционная зона была представлена без разделения на секции, и устройство по изобретению, содержавшее зону из двух секций. Объем
30 помещаемого в аппарат катализатора составлял 30 см³. Подача исходного компонента (бензол) осуществлялась с производительностью 90 мл/ч. Давление в аппарате составляло 15 кг/см² изб. Поддержание температуры 200°C в реакторе осуществлялось при помощи рубашки с водяным хладагентом. Часть тепла, образуемого в ходе реакции, отводилась на нагрев реакционной смеси, продуктов
35 реакции, рабочей среды аппарата, а другая часть затрачивалась на нагрев стенок

аппарата и потери в окружающую среду. Тепловой поток, снимаемый со стенок реактора, рассчитывался по конечной температуре охлаждающей воды (при постоянной начальной температуре и постоянном расходе). Для реакционной зоны устройства сравнения тепловой поток через стенки реактора составил 21,7Вт. Для
5 реакционной зоны по изобретению тепловой поток через стенки аппарата составил 13,3Вт.

Таким образом, достигнуто сокращение теплопотерь.

Пример 2

Изомеризация пентана на лабораторной установке (проточный реактор).

10 При использовании устройства, в котором реакционная зона была представлена без разделения на секции для достижения степени конверсии 68% при подаче исходного компонента (пентана) с производительностью 60 мл/ч, потребовалось загрузить объем катализатора 30см³. При проведении опыта с реакционной зоной по изобретению, состоящей из шести реакционных секций,
15 потребовалось загрузить 26 см³ катализатора для получения того же значения конверсии при прочих равных условиях.

Пример 3

Многостадийные реакции с селективностью по стадиям. Изомеризация
20 гексана.

В первом этапе при контакте гексана с соответствующим катализатором образуется метилпентан. Затем метилпентан превращается в диметилбутаны. Дальнейший контакт диметилбутанов с этим же катализатором приводит к крекингу с образованием более легких углеводородов. Целевыми компонентами в
25 нефтепереработке являются диметилбутаны. Проведение описанной реакции в реакционной зоне по изобретению дает возможность достичь максимального выхода диметилбутанов путем подбора размера реакционных секций и их количество при прочих равных условиях с устройствами, известными из уровня техники.

30

Формула изобретения

1. Устройство для осуществления химических реакций на неподвижном слое катализатора, в которых по меньшей мере одно исходное вещество находится в жидкой фазе, и по меньшей мере один продукт находится в газовой фазе, содержащее реакционную зону, которая включает в себя по меньшей мере две каталитических секции, расположенные одна под другой или концентрически, причем каждая секция имеет питающий канал и переливной карман, который одновременно служит питающим каналом для следующей секции, так что жидкость из каждой секции поступает в переливной карман этой секции и через него попадает в нижнюю часть следующей секции, переливной карман последней по ходу жидкости секции является открытым с возможностью свободного истечения жидкой фазы, в то время как над питающим карманом первой по ходу жидкости секции расположено распределительное устройство, обеспечивающее подачу жидкой фазы в первую по ходу жидкости секцию, причем устройство выполнено с возможностью отведения газообразных продуктов каждой секции, минуя остальные секции.

2. Устройство по п.1, где по меньшей мере один переливной карман/питающий канал формирует по меньшей мере часть наружного края реакционной зоны.

3. Устройство по п.1, где питающий канал выполнен таким образом, что жидкость, находящаяся в нем, образует гидрозатвор, так что газовая фаза, находящаяся в секции, не имеет возможности поступать в питающий канал.

4. Устройство по п.1, где дно секции выполнено глухим.

5. Устройство по п.1, где по меньшей мере одна реакционная секция имеет распределительную камеру у её дна под слоем катализатора и выполнена с возможностью подвода газа через эту распределительную камеру.

6. Устройство по п.5, где указанная распределительная камера содержит устройство смешения жидкой фазы, поступающей из питающего канала в указанную распределительную камеру, с газовой фазой.

7. Устройство по п.1, представляющее собой реакционно-ректификационную колонну.

8. Устройство по п.1, представляющее собой реактор.

9. Устройство по п.1, представляющее собой узел реактора или реакционно-ректификационной колонны.

10. Устройство по п.1, где секции содержат разные катализаторы.

11. Реакционно-ректификационная колонна, содержащая по меньшей мере одну реакционную зону, причем указанная зона включает в себя по меньшей мере две каталитических секции, расположенные одна под другой или концентрически, причем каждая секция имеет питающий канал и переливной карман, который одновременно служит питающим каналом для следующей секции, так что жидкость из каждой секции поступает в переливной карман этой секции и через него попадает в нижнюю часть следующей секции, переливной карман последней по ходу жидкости секции является открытым с возможностью свободного истечения жидкой фазы, в то время как над питающим карманом первой по ходу жидкости секции расположено распределительное устройство, обеспечивающее подачу жидкой фазы в первую по ходу жидкости секцию, причем зона выполнена с возможностью отведения газообразных продуктов каждой секции, минуя остальные секции.

12. Колонна по п.11, где секции расположены одна под другой.

13. Колонна по п.12, где секции выполнены с переливным карманом по центру или по периферии, и секции с переливным карманом по центру или по периферии чередуются.

14. Колонна по п.13, где все периферические переливные карманы формируют часть наружного края реакционной зоны.

15. Колонна по п.12, где газообразные продукты каждой секции отводятся, минуя остальные, секции по газоотводному каналу(ам).

16. Колонна по любому из п.п.11-15, содержащая по меньшей мере 2 реакционные зоны.

17. Колонна по п.16, где указанные зоны разделены массообменным устройством.

18. Колонна по п.16, где зоны содержат разные катализаторы, а секции каждой зоны содержат один и тот же катализатор.

19. Колонна по п.16, содержащая по меньшей мере 3 реакционные зоны, по меньшей мере две из которых разделены массообменным устройством.

20. Колонна по п.19, содержащая 3 реакционные зоны, где одна зона, предназначенная для гидроизомеризации бензола, содержит по меньшей мере 2 секции, а две другие зоны, предназначенные для изомеризации гексана и пентана каждая содержит по меньшей мере 3, предпочтительно 4 или 5, более предпочтительно 6, секций.

21. Колонна по п.11, где секции расположены концентрически.

22. Колонна по п.21, содержащая по меньшей мере 2 реакционные зоны.

23. Колонна по п.22, где секции представляют собой ячеистую структуру с полостями, так что полости реакционных зон расположены одна под другой и образуют канал для прохождения газовой фазы.

5 24. Колонна по п.23, где полые ячейки секций выполнены с ребрением, так что канал для прохождения газовой фазы имеет ребрение.

25. Колонна по п.23, где полые ячейки содержат массообменные устройства.

Формула изобретения

1. Устройство для осуществления химических реакций на неподвижном слое катализатора, в которых по меньшей мере одно исходное вещество находится в жидкой фазе, и по меньшей мере один продукт находится в газовой фазе, содержащее реакционную зону, которая включает в себя по меньшей мере две каталитических секции, расположенные одна под другой, причем каждая секция имеет питающий канал и переливной карман, который одновременно служит питающим каналом для следующей секции, так что жидкость из каждой секции поступает в переливной карман этой секции и через него попадает в нижнюю часть следующей секции, переливной карман последней по ходу жидкости секции является открытым с возможностью свободного истечения жидкой фазы, в то время как над питающим карманом первой по ходу жидкости секции расположено распределительное устройство, обеспечивающее подачу жидкой фазы в первую по ходу жидкости секцию, причем устройство выполнено с возможностью отведения газообразных продуктов каждой секции, минуя остальные секции.

2. Устройство по п.1, где по меньшей мере один переливной карман/питающий канал формирует по меньшей мере часть наружного края реакционной зоны.

3. Устройство по п.1, где питающий канал выполнен таким образом, что жидкость, находящаяся в нем, образует гидрозатвор, так что газовая фаза, находящаяся в секции, не имеет возможности поступать в питающий канал.

4. Устройство по п.1, где дно секции выполнено глухим.

5. Устройство по п.1, где по меньшей мере одна реакционная секция имеет распределительную камеру у её дна под слоем катализатора и выполнена с возможностью подвода газа через эту распределительную камеру.

6. Устройство по п.5, где указанная распределительная камера содержит устройство смешения жидкой фазы, поступающей из питающего канала в указанную распределительную камеру, с газовой фазой.

7. Устройство по п.1, представляющее собой реакционно-ректификационную колонну.

8. Устройство по п.1, представляющее собой реактор.

9. Устройство по п.1, представляющее собой узел реактора или реакционно-ректификационной колонны.

10. Устройство по п.1, где секции содержат разные катализаторы.

11. Реакционно-ректификационная колонна, содержащая по меньшей мере одну реакционную зону, причем указанная зона включает в себя по меньшей мере две каталитических секции, расположенные одна под другой, причем каждая секция имеет питающий канал и переливной карман, который одновременно
 5 служит питающим каналом для следующей секции, так что жидкость из каждой секции поступает в переливной карман этой секции и через него попадает в нижнюю часть следующей секции, переливной карман последней по ходу жидкости секции является открытым с возможностью свободного истечения жидкой фазы, в то время как над питающим карманом первой по ходу жидкости секции
 10 расположено распределительное устройство, обеспечивающее подачу жидкой фазы в первую по ходу жидкости секцию, причем зона выполнена с возможностью отведения газообразных продуктов каждой секции, минуя остальные секции.

12. Колонна по п.11, где секции выполнены с переливным карманом по центру или по периферии, и секции с переливным карманом по центру или по
 15 периферии чередуются.

13. Колонна по п.12, где все периферические переливные карманы формируют часть наружного края реакционной зоны.

14. Колонна по п.11, где газообразные продукты каждой секции отводятся, минуя остальные, секции по газоотводному каналу(ам).

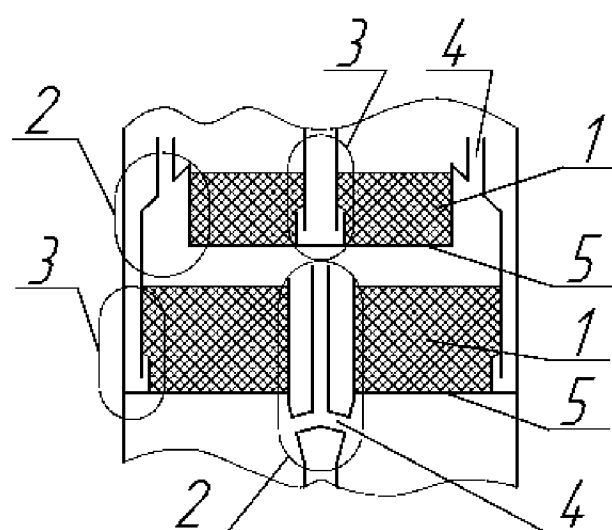
15. Колонна по любому из п.п.11-14, содержащая по меньшей мере 2
 20 реакционные зоны.

16. Колонна по п.15, где указанные зоны разделены массообменным устройством.

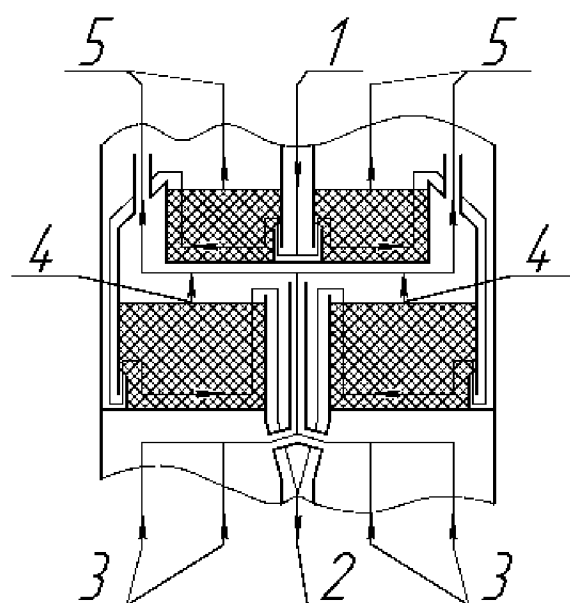
17. Колонна по п.15, где зоны содержат разные катализаторы, а секции
 25 каждой зоны содержат один и тот же катализатор.

18. Колонна по п.15, содержащая по меньшей мере 3 реакционные зоны, по меньшей мере две из которых разделены массообменным устройством.

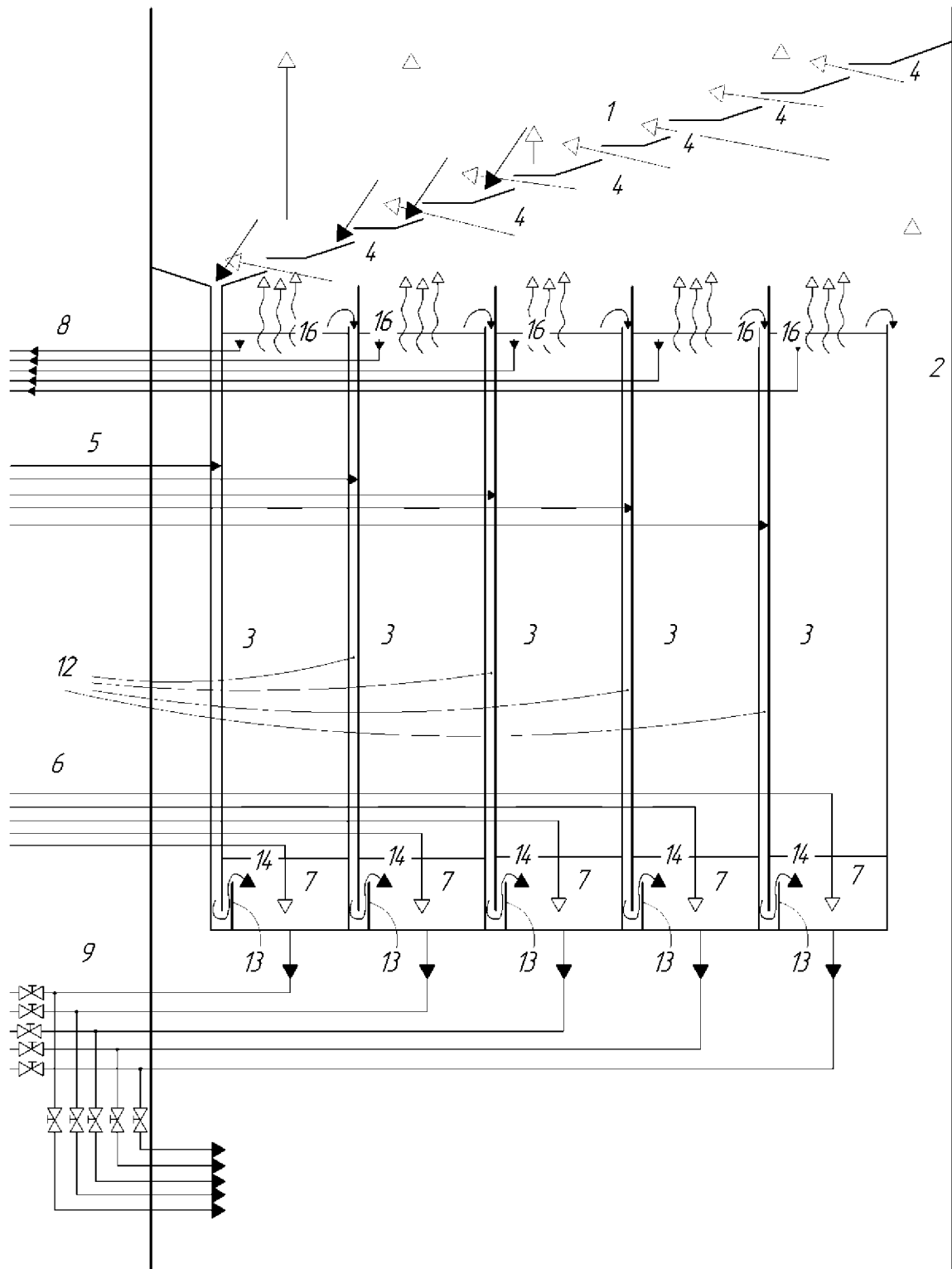
19. Колонна по п.18, содержащая 3 реакционные зоны, где одна зона, предназначенная для гидроизомеризации бензола, содержит по меньшей мере 2
 30 секции, а две другие зоны, предназначенные для изомеризации гексана и пентана каждая содержит по меньшей мере 3, предпочтительно 4 или 5, более предпочтительно 6, секций.



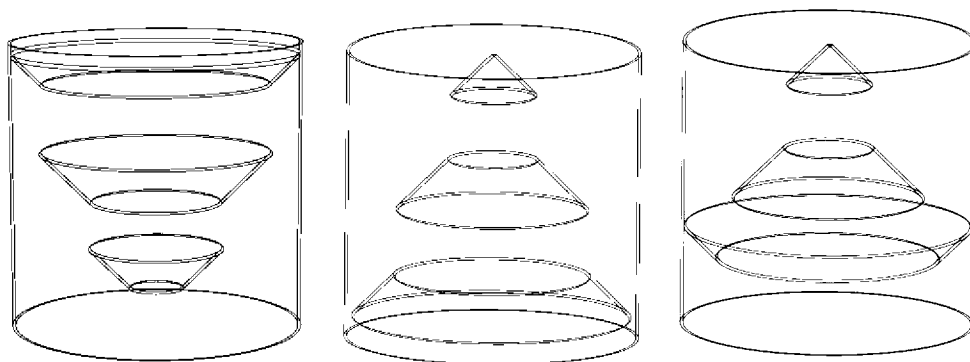
Фиг. 1А



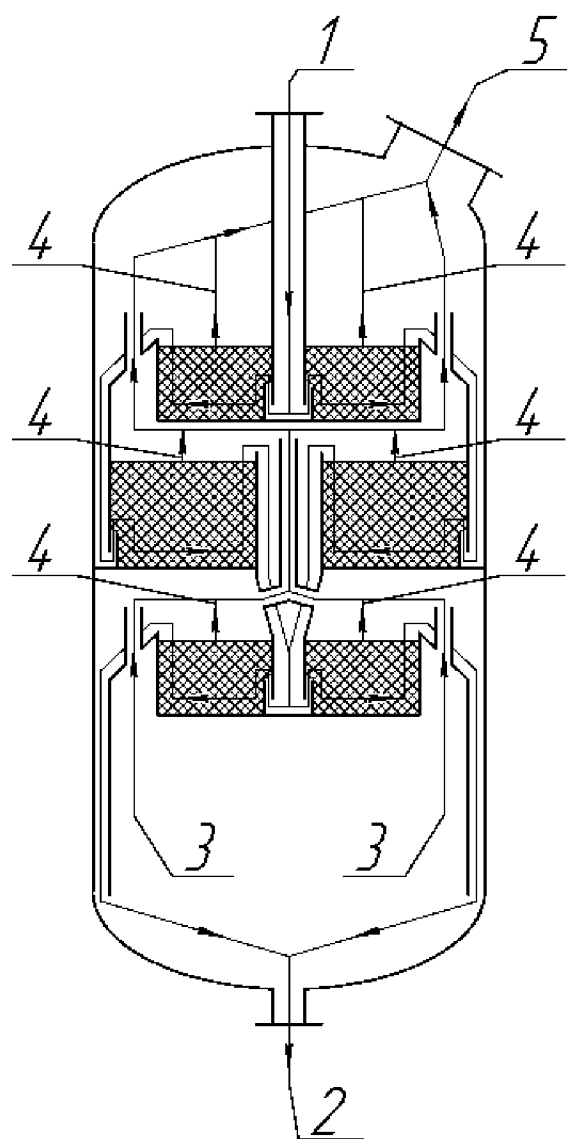
Фиг. 1Б



Фиг. 2

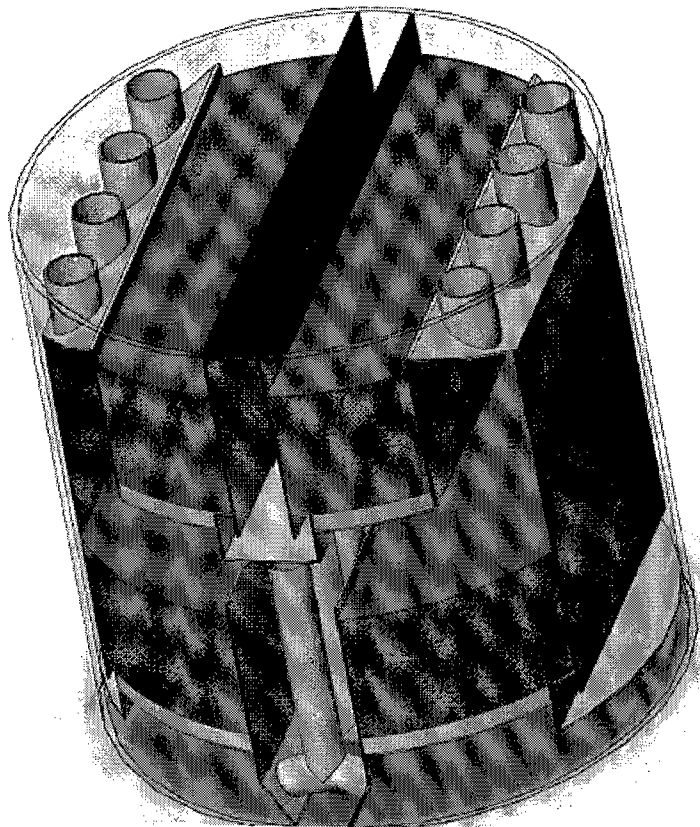


Фиг. 3

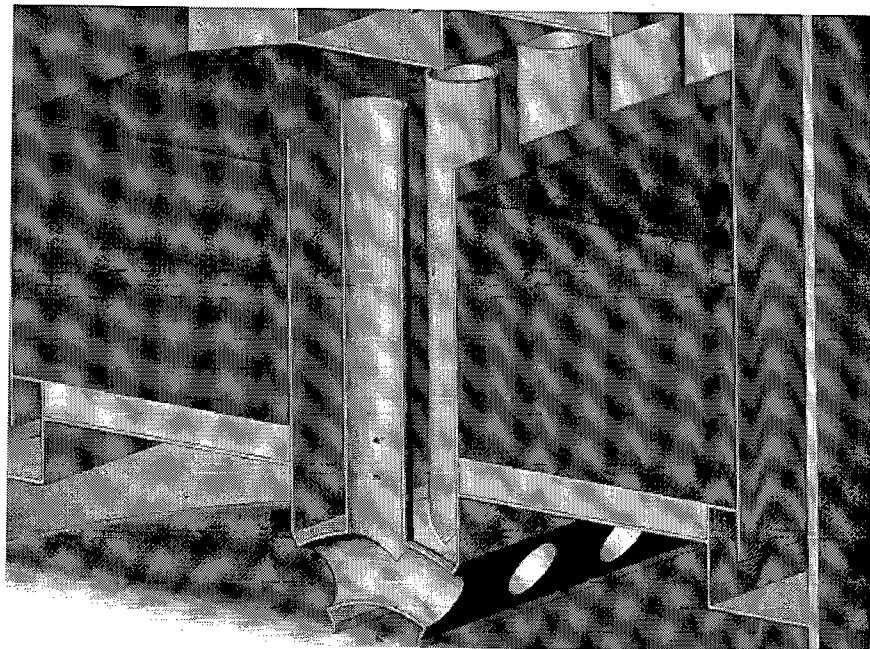


Фиг. 4

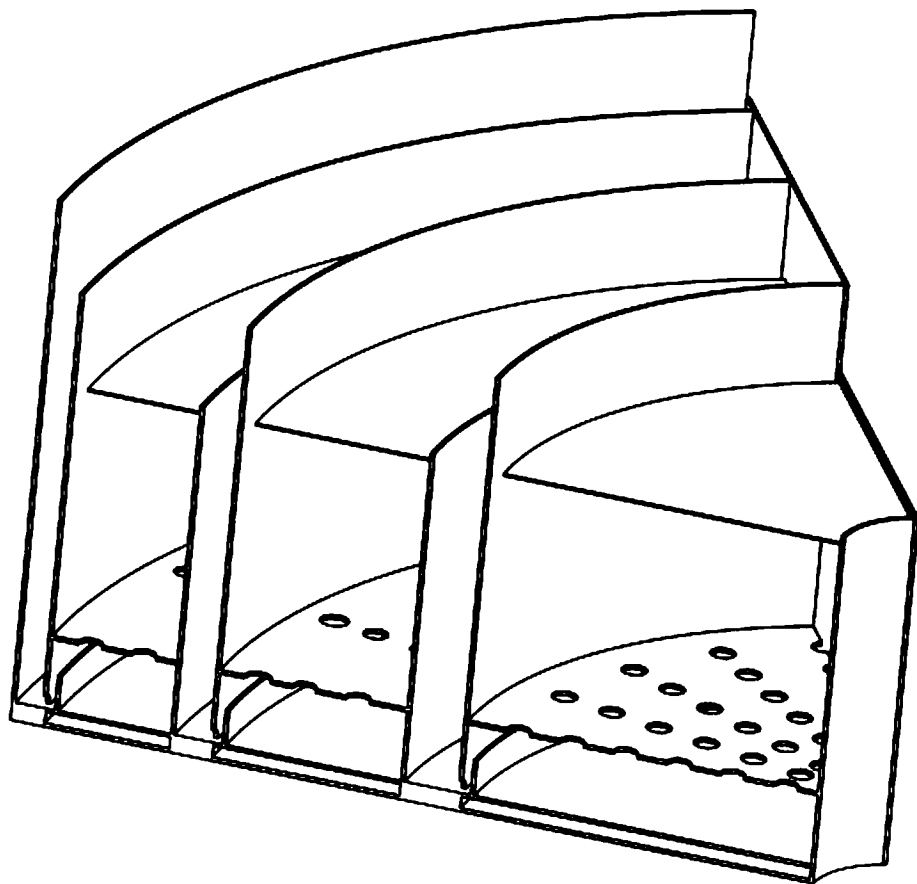
5/10



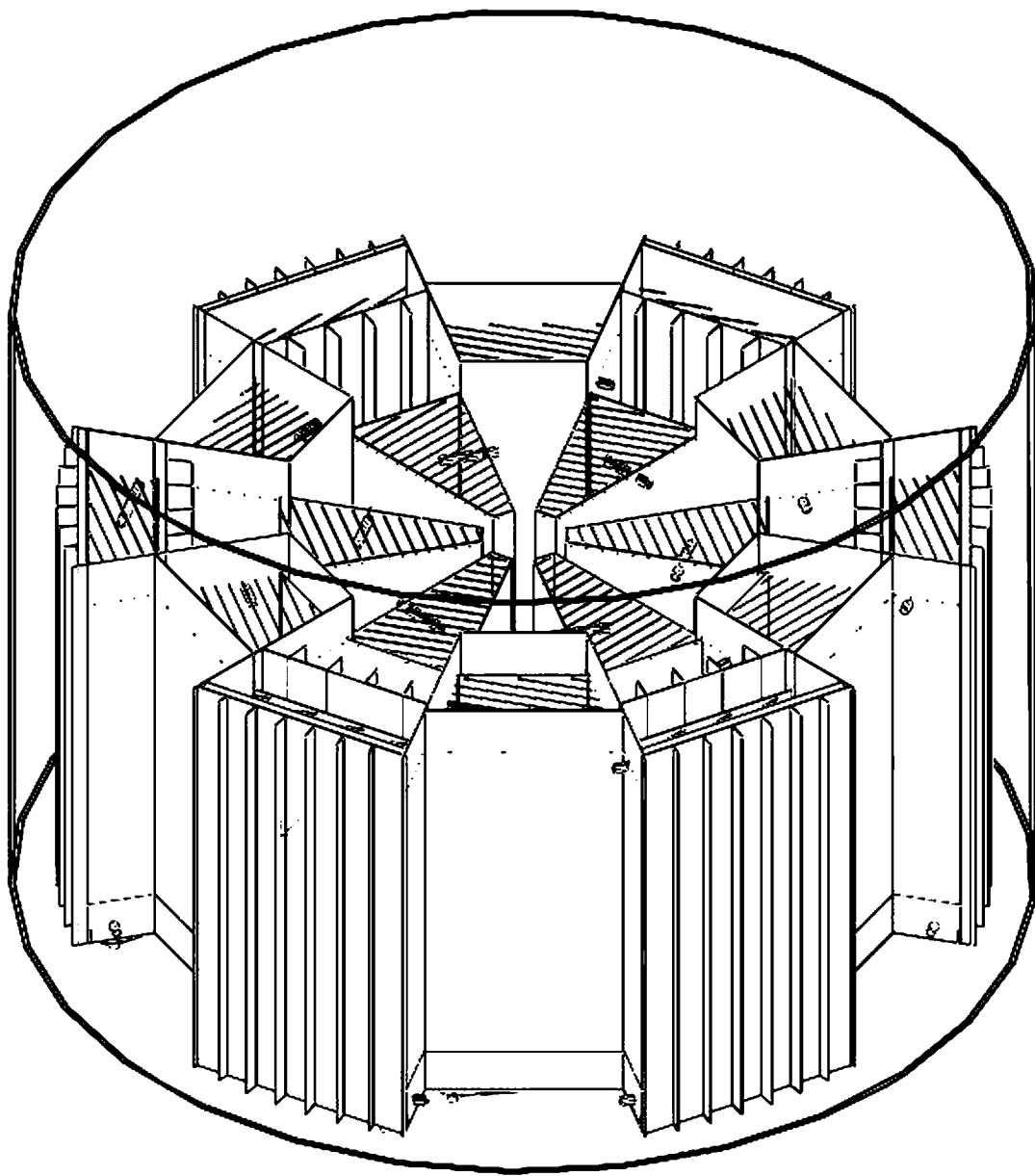
Фиг. 5А



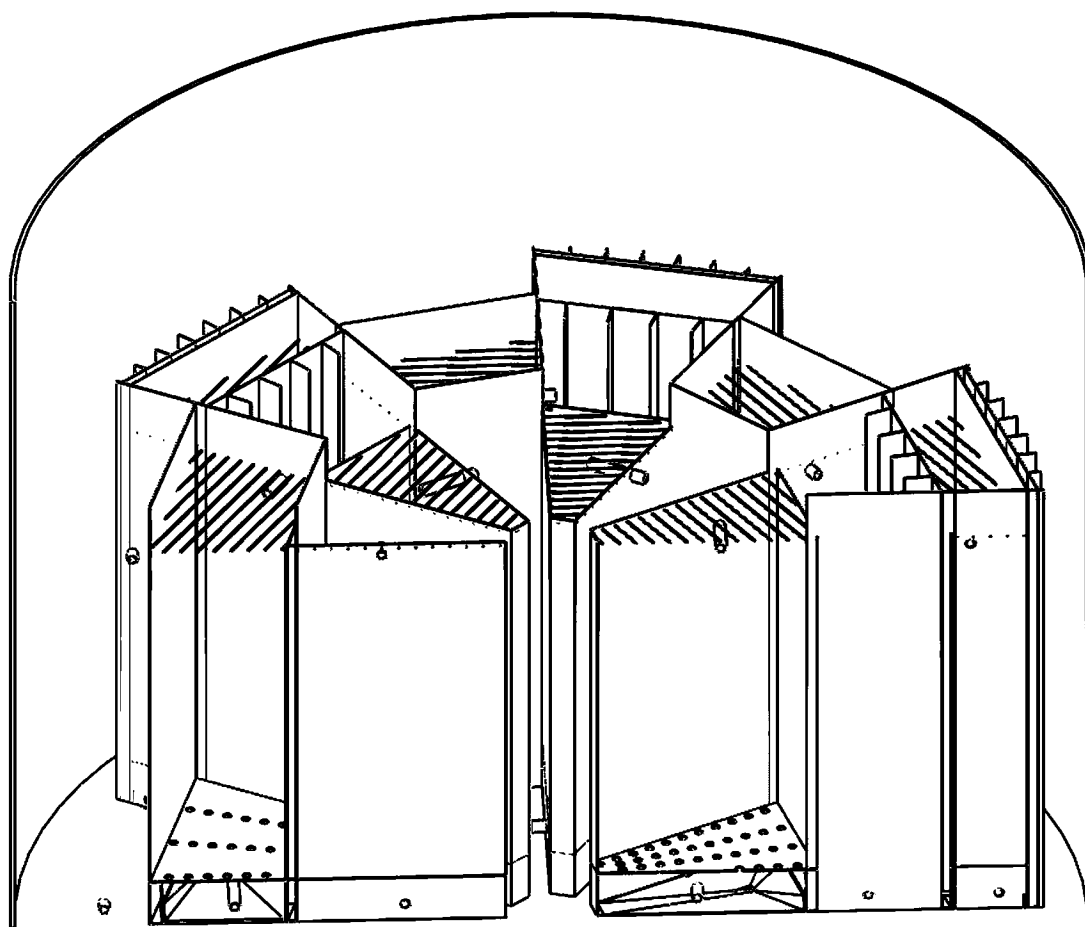
Фиг. 5Б



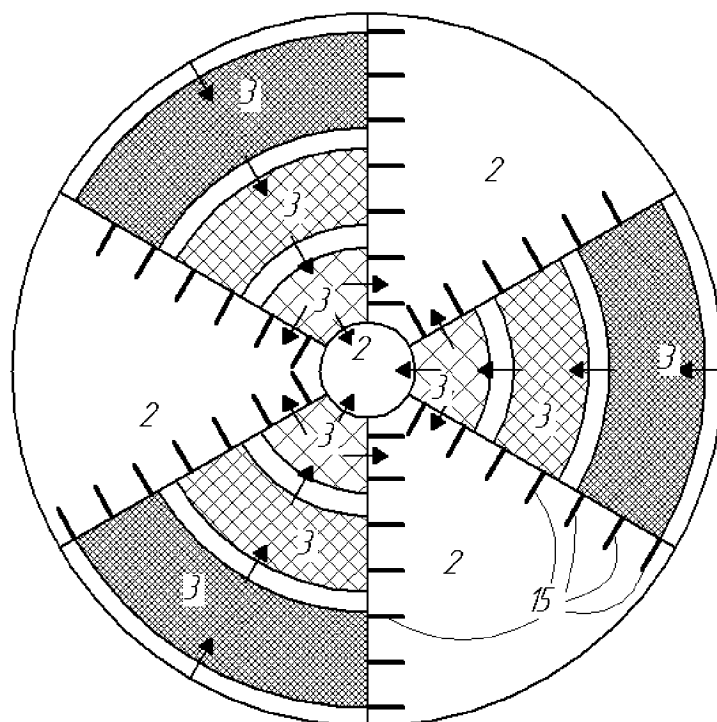
Фиг. 6



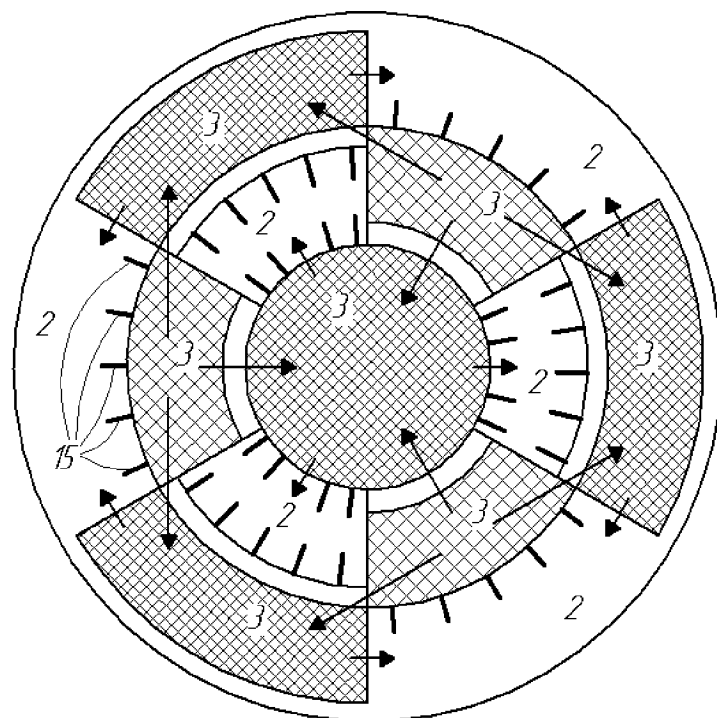
Фиг. 7А



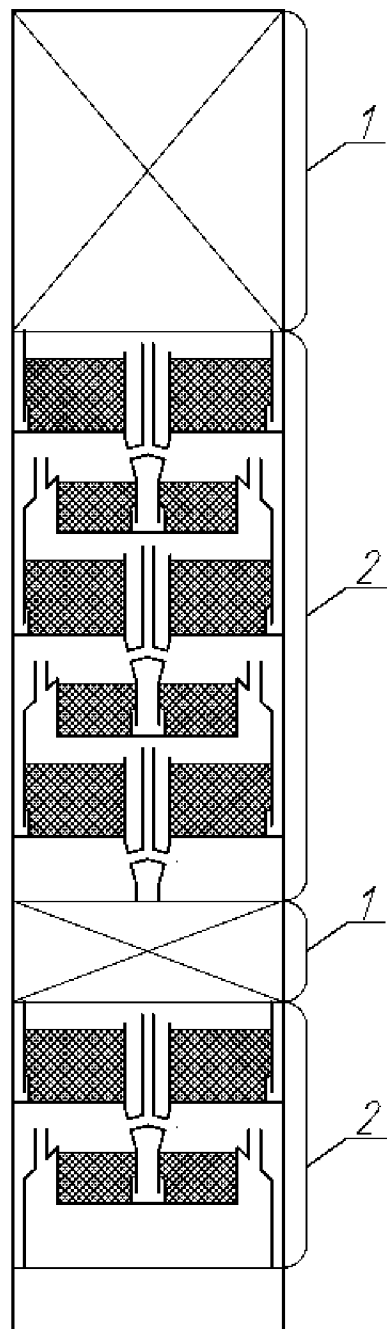
Фиг. 7Б



Фиг. 8А



Фиг. 8Б



Фиг. 9