

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



(10) Номер международной публикации
WO 2013/122496 A1

(43) Дата международной публикации
22 августа 2013 (22.08.2013)

WIPO | РСТ

- (51) Международная патентная классификация:
B01J 8/04 (2006.01) *B01D 3/00* (2006.01)
- (21) Номер международной заявки: РСТ/RU2012/000099
- (22) Дата международной подачи:
13 февраля 2012 (13.02.2012)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме US):
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "РРТ" (LIMITED COM-
PANY "REACTIVE RECTIFICATION TECHNO-
LOGY")** [RU/RU]; ул. Серпуховская, д. 10, лит. А,
Санкт-Петербург, 190013, St.Petersburg (RU).
- (72) Изобретатели; и
- (75) Изобретатели/Заявители (только для US):
**ШАЛУПКИН, Дмитрий Николаевич (SHALUPKIN,
Dmitry Nikolaevich)** [RU/RU]; д. 15, к. 1, кв. 222,

Рыбацкий пр., Санкт-Петербург, 192076, St.Petersburg (RU). **РАТАСЕП, Михаил Альбертович (RATASEP, Mikhail Al'bertovich)** [RU/RU]; ул. Антонова-Овсеенко, д. 13, к. 1, кв. 165, Санкт-Петербург, 193168, St.Petersburg (RU). **ПАРПУЦ, Олег Игоревич (PARPUTS, Oleg Igorevich)** [RU/RU]; ул. Пионерская, д. 11, кв. 20, Ленинградская область, гор. Кириши, 187110, Kirishi (RU). **ГИЯЗОВ, Олег Валерьевич (GIYAZOV, Oleg Valerievich)** [RU/RU]; пр. Ленина, д.37, кв. 37, Ленинградская область, Кириши, 187110, Kirishi (RU).

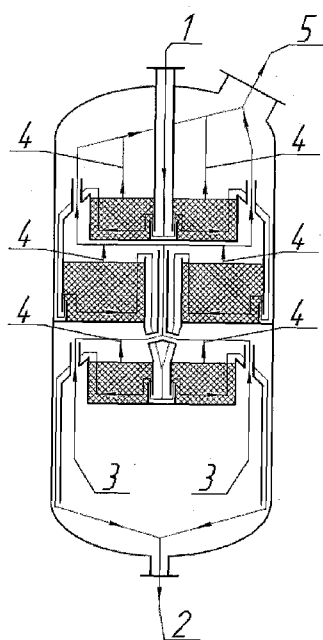
(74) Агент: **ЛИПАТОВА, Ильяна Ильбековна (LIP-
ATOVA, Pyana Ilbekovna)**; APC-ПАТЕНТ а/я 230,
Санкт-Петербург, 191186, St.Petersburg (RU).

(81) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,

[продолжение на следующей странице]

(54) Title: REACTIVE RECTIFICATION COLUMN FOR PERFORMING CHEMICAL REACTIONS

(54) Название изобретения : РЕКТИФИКАЦИОННАЯ КОЛОННА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ



Фиг. 4

(57) Abstract: A catalytic reactive rectification column for performing chemical reactions, in which one starting substance is in the liquid phase and one product is in the gaseous phase. The column comprises a reaction zone which includes at least two catalytic sections, each section having a feed channel and an overflow well which simultaneously acts as the feed channel for the next section, such that liquid from each section passes into the overflow well of this section and via it enters the lower part of the next section, the reaction zone being designed to permit removal of the gaseous products of each section, by-passing the remaining sections. Application to the hydromerization of benzene and the isomerization of paraffins.

(57) Реферат: Предложена ректификационная колонна для осуществления химических реакций, в которых одно исходное вещество находится в жидкой фазе и один продукт находится в газовой фазе; ректификационная колонна содержит реакционную зону, которая включает в себя две каталитических 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 реакционная зона выполнена с возможностью отведения газообразных продуктов каждой секции, минуя остальные секции; используются для гидромеризации бензола и изомеризации парафинов.



KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Декларации в соответствии с правилом 4.17:

— касающаяся права заявителя подавать заявку на патент и получать его (правило 4.17 (ii))

Опубликована:

— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

- (84) Указанные государства** (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,

РЕКТИФИКАЦИОННАЯ КОЛОННА 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.

10 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 гетерополиокислоты. 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 питающим 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
20 нижнюю часть верхней секции, 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, 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 материалоёмкость 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 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 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 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 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 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 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 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, содержащее 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 реакционной зоны по изобретению тепловой поток через стенки аппарата составил 13,3Вт.

Таким образом, достигнуто сокращение тепловпотерь.

Пример 2

Изомеризация пентана на лабораторной установке (проточный реактор).

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, потребовалось загрузить 26 см³ катализатора для получения того же значения конверсии при прочих равных условиях.

Пример 3

Многостадийные реакции с селективностью по стадиям. Изомеризация 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 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.

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.

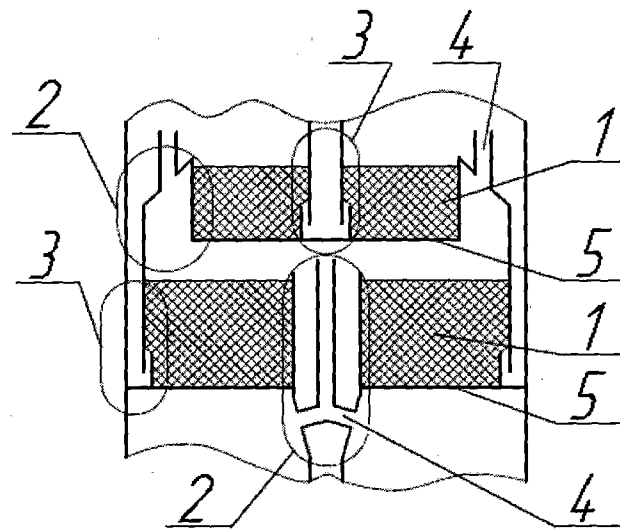
22. Колонна по п.21, содержащая по меньшей мере 2 реакционные зоны.

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.

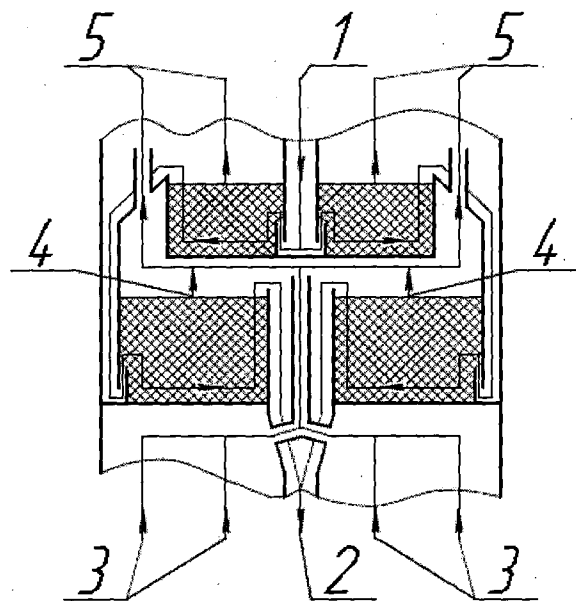
5 24. Колонна по п.23, где полые ячейки секций выполнены с ребрением, так что канал для прохождения газовой фазы имеет ребрение.

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

1/10

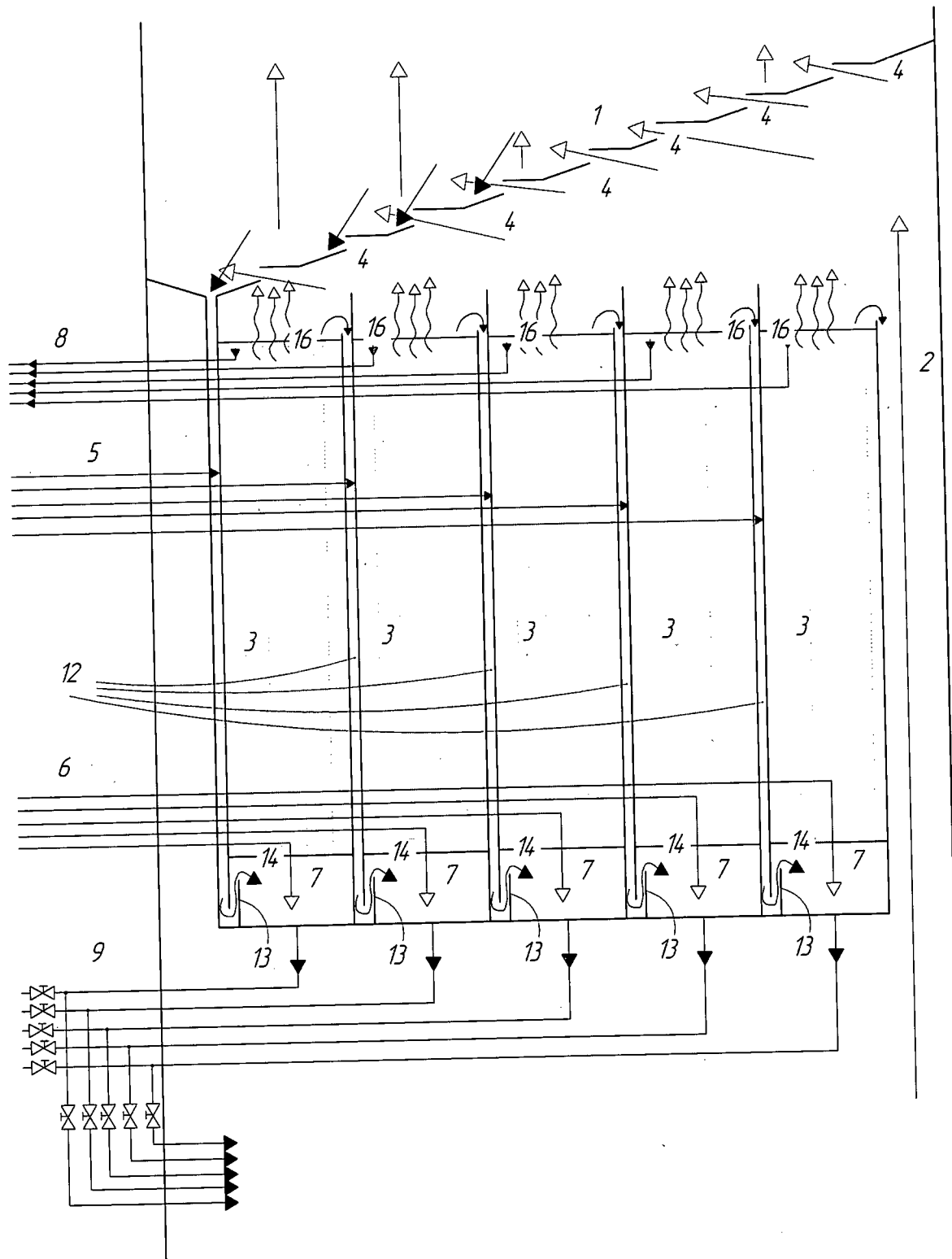


Фиг. 1А



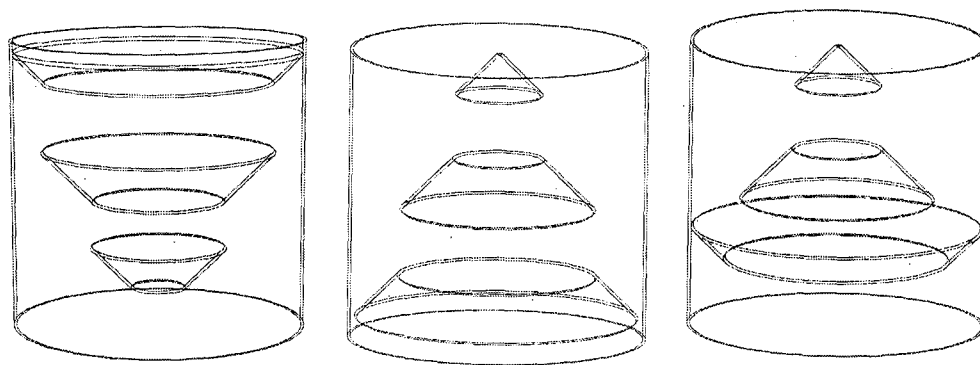
Фиг. 1Б

2/10



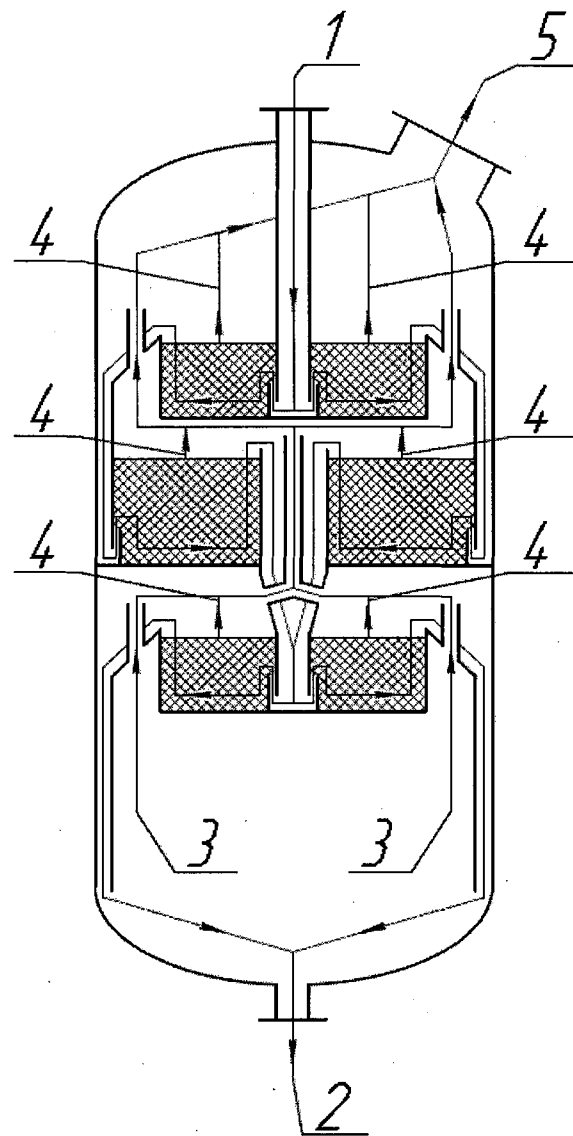
Фиг. 2

3/10



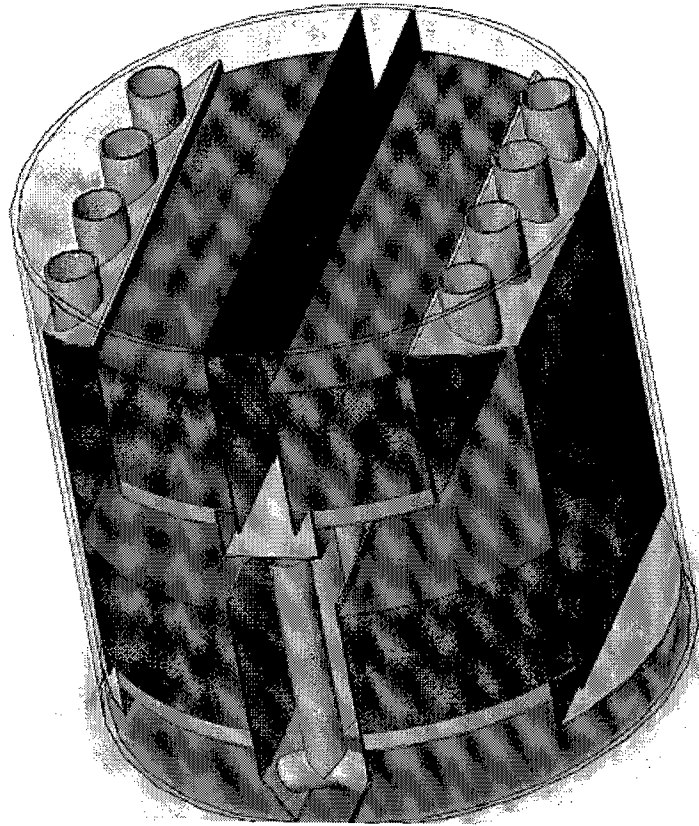
Фиг. 3

4/10

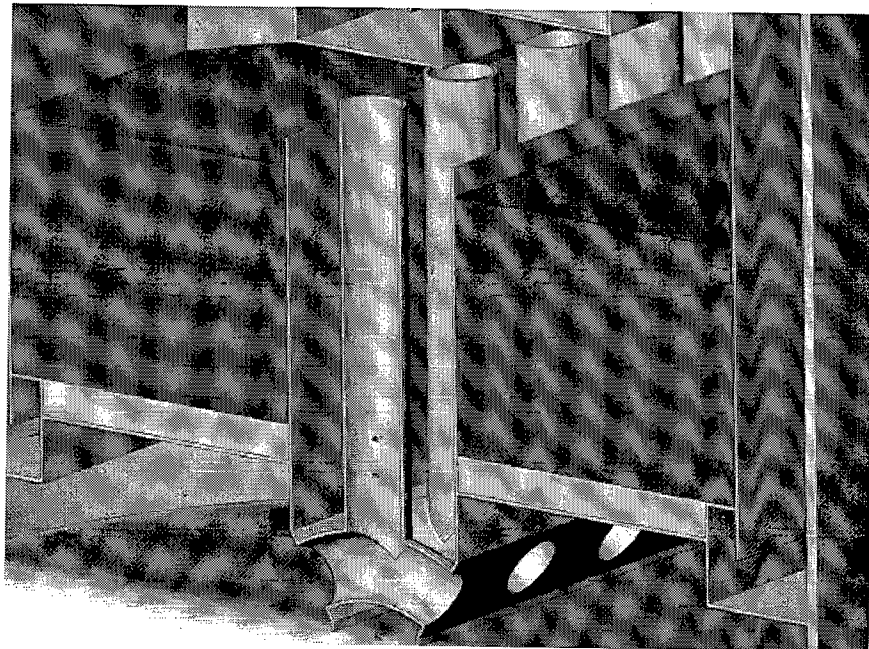


Фиг. 4

5/10

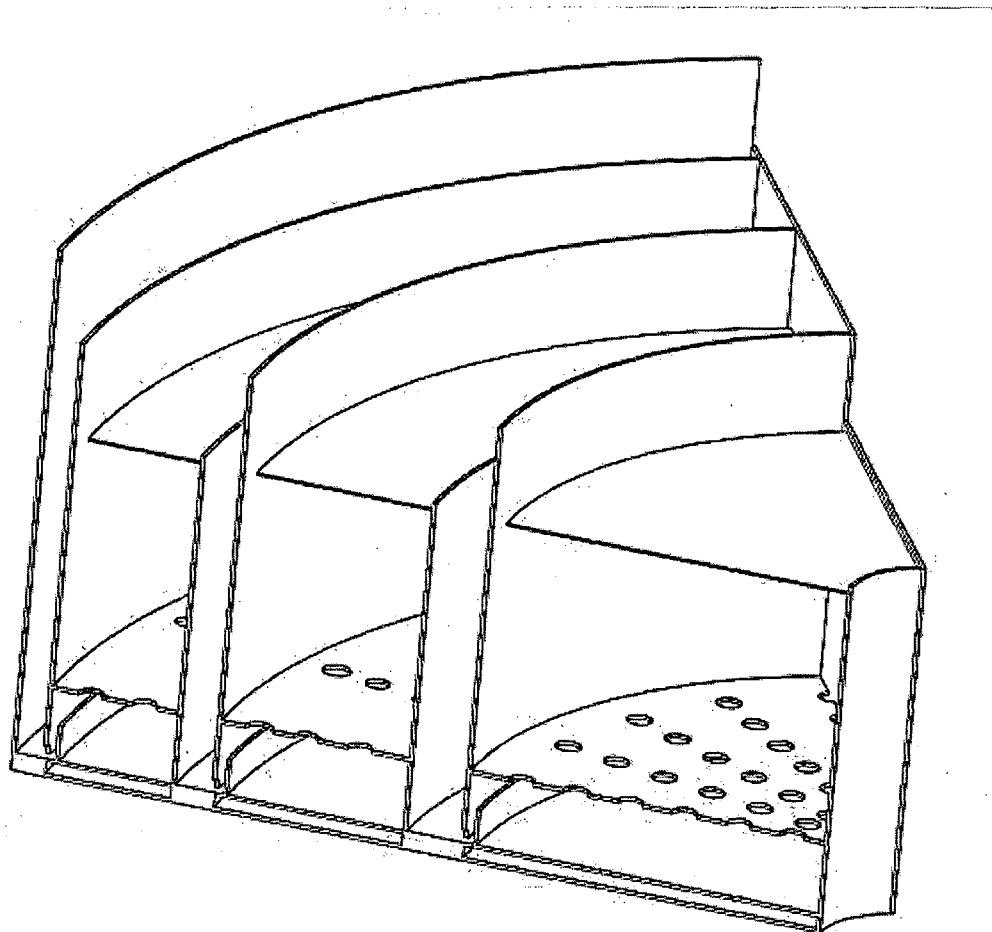


Фиг. 5А

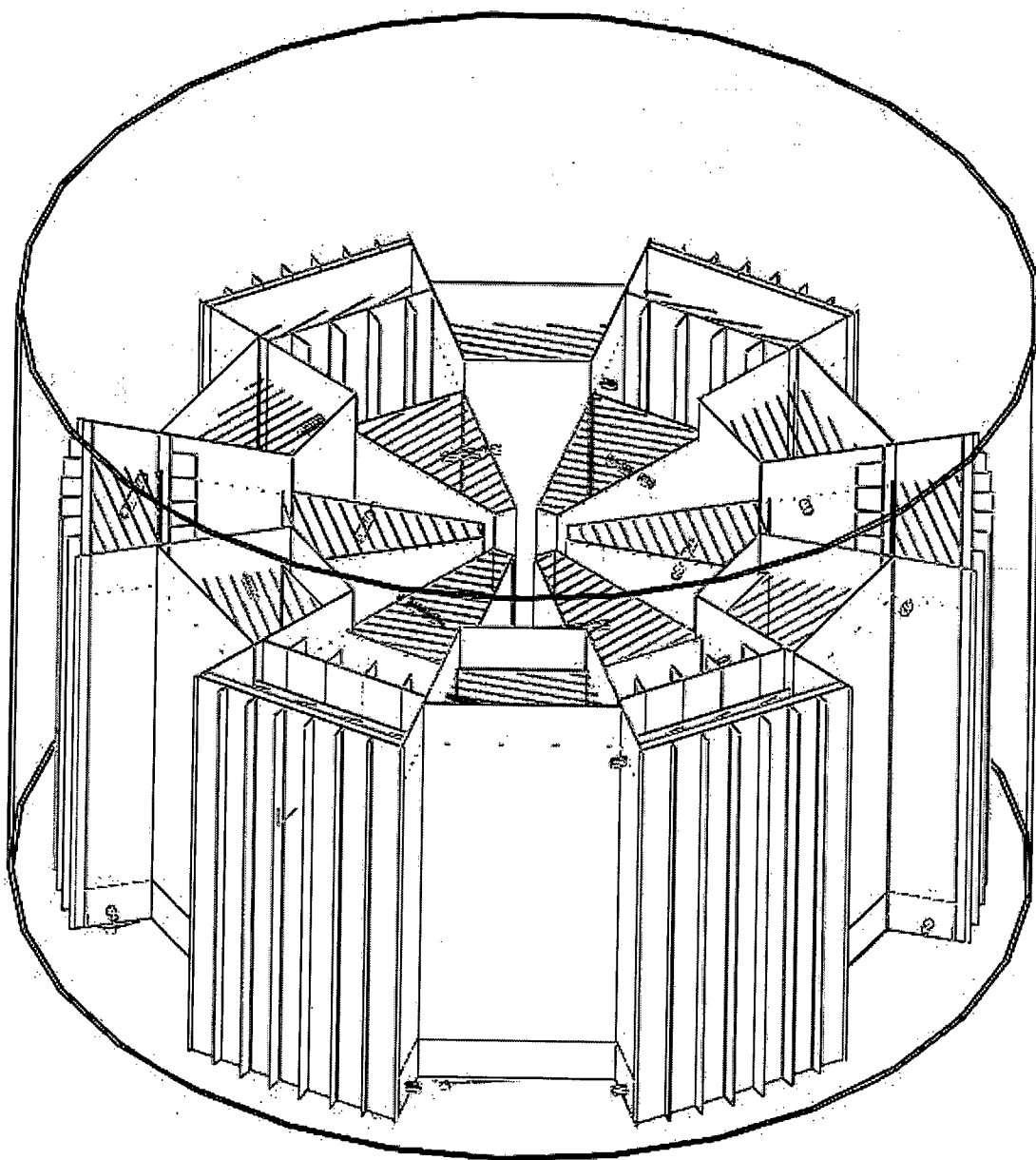


Фиг. 5Б

6/10

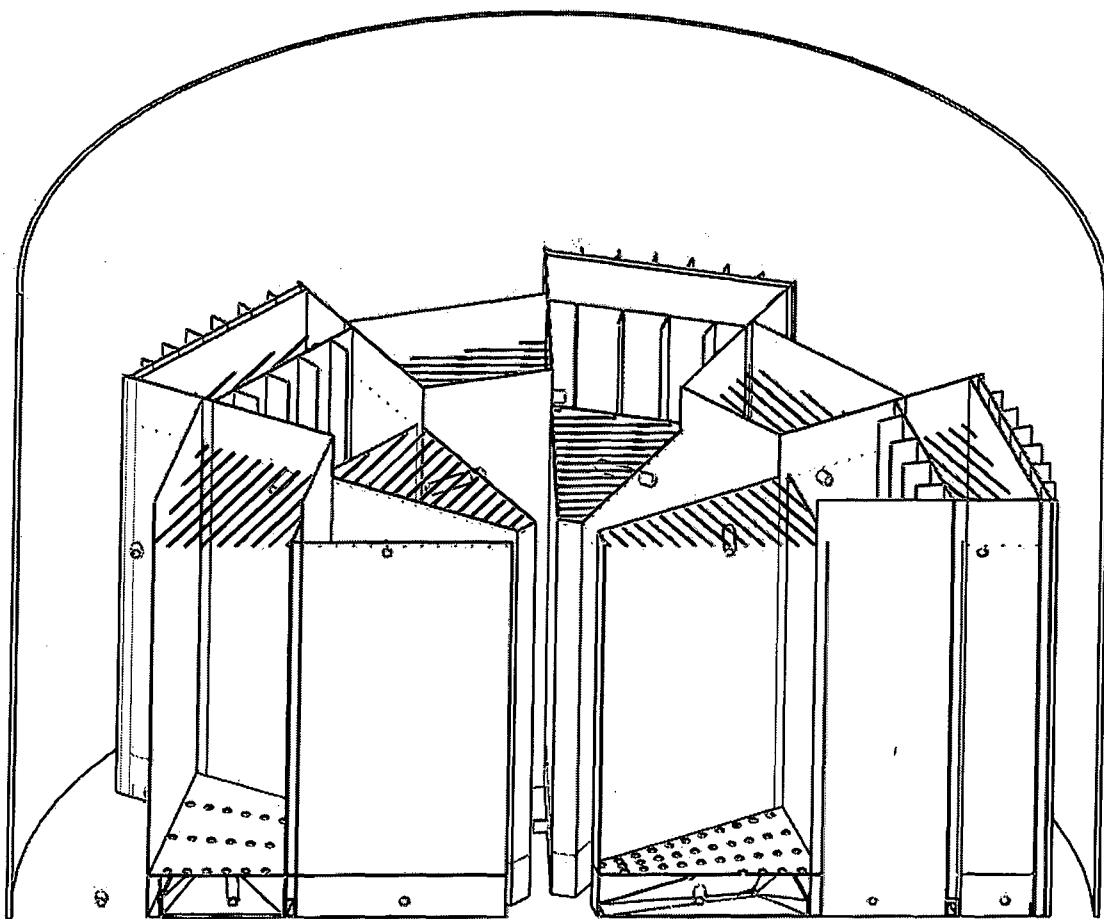


Фиг. 6



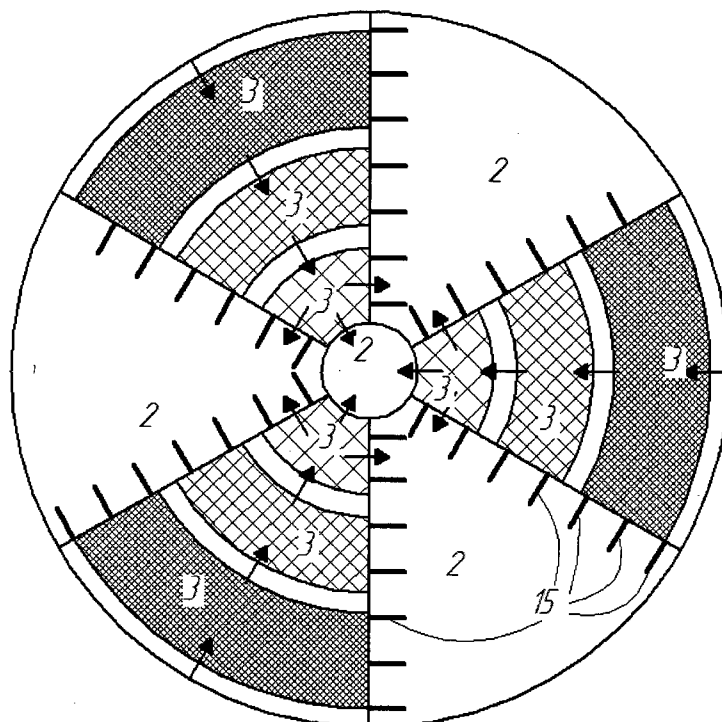
Фиг. 7А

8/10

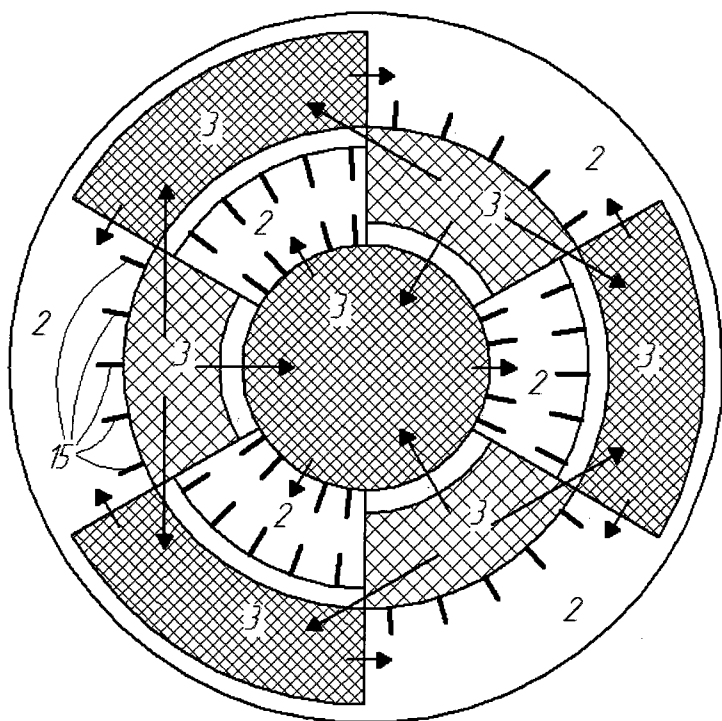


Фиг. 7Б

9/10

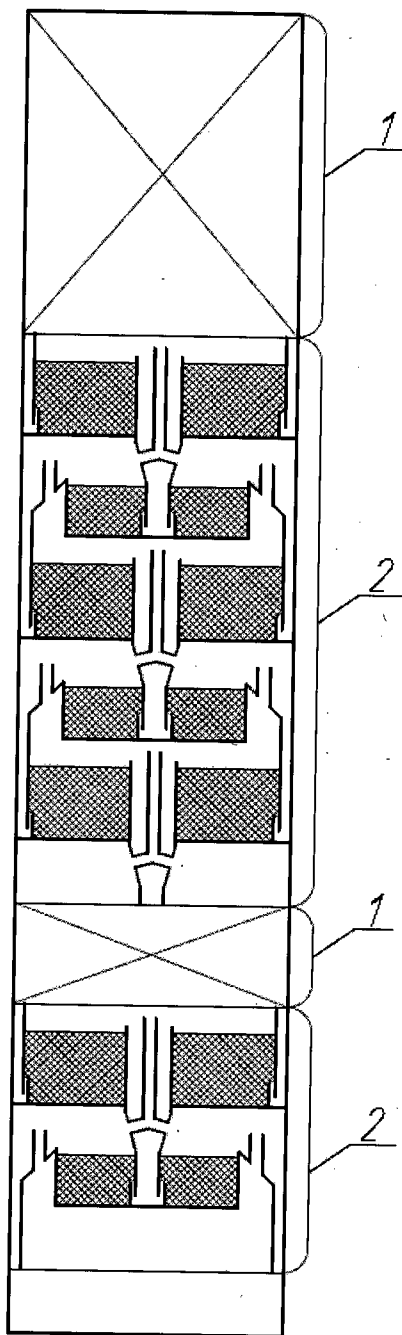


Фиг. 8А



Фиг. 8Б

10/10



Фиг. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/RU2012/000099

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B01J8/04 B01D3/00
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01J B01D C10G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 048 450 A (MIKITENKO PAUL [FR] ET AL) 11 April 2000 (2000-04-11) column 1, lines 7-18 column 3, line 51 - column 5, line 10 column 11, line 11 - column 12, line 63 claim 1; figures 1,4 -----	1-25
X	US 5 493 059 A (SANFILIPPO DOMENICO [IT] ET AL) 20 February 1996 (1996-02-20) column 1, lines 7-10 column 2, line 62 - column 3, line 4 column 3, line 11 - column 4, line 20 figures 3, 3A, 4, 4A ----- -/--	1-25



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 October 2012

Date of mailing of the international search report

19/10/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Baumlin, Sébastien

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/RU2012/000099

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 368 691 A (ASSELINEAU LIONEL [FR] ET AL) 29 November 1994 (1994-11-29) column 3, line 38 - column 4, line 45 column 5, lines 25-38 pages 1,4 -----	1-25
X	US 6 045 762 A (CHUANG KARL TZE-TANG [CA] ET AL) 4 April 2000 (2000-04-04) column 5, line 9 - column 8, line 5 figures 1-3,6,7 -----	1-25
X	US 2007/095646 A1 (WU KUANG-YEU [US] ET AL) 3 May 2007 (2007-05-03) paragraphs [0001], [0054] - [0073] figures 1-3 -----	1-25
A	US 4 842 844 A (HARRIS WILLIAM G [US] ET AL) 27 June 1989 (1989-06-27) the whole document -----	1-25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/RU2012/000099

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6048450	A	11-04-2000	CA 2194085 A1 DE 69617892 D1 DE 69617892 T2 EP 0781831 A1 ES 2171636 T3 FR 2743081 A1 JP 3806810 B2 JP 9202886 A KR 970033028 A US 6048450 A	28-06-1997 24-01-2002 25-04-2002 02-07-1997 16-09-2002 04-07-1997 09-08-2006 05-08-1997 22-07-1997 11-04-2000
US 5493059	A	20-02-1996	AU 637919 B2 AU 8048491 A BR 9103306 A CA 2047269 A1 CN 1058582 A CS 9102402 A3 EP 0470655 A1 ES 2107320 A1 HU 211035 B IT 1243773 B JP 4234336 A MX 174309 B NO 912886 A NZ 238997 A PL 291258 A1 RO 110476 B1 RU 2055829 C1 TR 26025 A US 5493059 A	10-06-1993 13-02-1992 26-05-1992 02-02-1992 12-02-1992 18-03-1992 12-02-1992 16-11-1997 28-09-1995 28-06-1994 24-08-1992 02-05-1994 03-02-1992 25-02-1993 23-03-1992 30-01-1996 10-03-1996 01-11-1993 20-02-1996
US 5368691	A	29-11-1994	AT 150335 T BR 9205022 A CA 2085564 A1 CN 1076379 A DE 69218367 D1 DE 69218367 T2 EP 0547939 A1 ES 2101821 T3 FR 2684893 A1 JP 3388358 B2 JP 5269364 A NO 924828 A US 5368691 A ZA 9209676 A	15-04-1997 22-06-1993 17-06-1993 22-09-1993 24-04-1997 10-07-1997 23-06-1993 16-07-1997 18-06-1993 17-03-2003 19-10-1993 17-06-1993 29-11-1994 14-06-1994
US 6045762	A	04-04-2000	AU 5743798 A CA 2276589 A1 EP 1009507 A2 JP 4298795 B2 JP 2001509071 A TW 401313 B US 6045762 A WO 9832510 A2	18-08-1998 30-07-1998 21-06-2000 22-07-2009 10-07-2001 11-08-2000 04-04-2000 30-07-1998
US 2007095646	A1	03-05-2007	NONE	
US 4842844	A	27-06-1989	NONE	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/RU2012/000099

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date

ОТЧЁТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №
PCT/RU 2012/000099

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ: Согласно международной патентной классификации (МПК)		
В01J8/04 В01D3/00		
В. ОБЛАСТИ ПОИСКА: Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК: B01J B01D C10G		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:		
Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, поисковые термины): ЭПО-Интернал, ВПИ Дата		
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:		
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X	US 6 048 450 A (MIKITENKO PAUL [FR] ET AL) 11 апреля 2000 (2000-04-11) столбец 1, строки 7-18 столбец 3, строка 51 - Столбец 5, строка 10 столбец 11, строка 11 - Столбец 12, строка 63 формула 1; Фигуры 1, 4 -----	1-25
X	US 5 493 059 A (SANFILIPPO DOMENICO [IT] ET AL) 20 февраля 1996 (1996-02-20) столбец 1, строки 7-10 столбец 2, строка 62 - Столбец 3, строка 4 столбец 3, строка 11 - Столбец 4, строка 20 фигуры 3, 3A, 4, 4A ----- -/--	1-25
X последующие документы указаны в продолжении графы С. X данные о патентах-аналогах указаны в приложении.		
* Особые категории ссыльных документов:		
A	документ, определяющий общий уровень техники	T более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения
E	более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее	X документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень
O	документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.	Y документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории
P	документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета и т.д.	& документ, являющийся патентом-аналогом
"P"	документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета.	"&" документ, являющийся патентом-аналогом
Дата действительного завершения международного 3 октября 2012		Дата отправки настоящего отчёта о международном поиске: 19/10/2012
Наименование и адрес Международного поискового органа:		Уполномоченное лицо: Телефон №

ОТЧЁТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №
PCT/RU 2012/000099

С. (Продолжение), ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ		
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X	US 5 368 691 A (ASSELINEAU LIONEL [FR] ET AL) 29 ноября 1994 (1994-11-29) столбец 3, строка 38 - столбец 4, строка 45 столбец 5, строки 25-38 страницы 1,4 -----	1-25
X	US 6 045 762 A (CHUANG KARL TZE-TANG [CA] ET AL) 4 апреля 2000 (2000-04-04) столбец 5, строка 9 - столбец 8, строка 5 фигуры 1-3,6,7 -----	1-25
X	US 2007/095646 A1 (WU KUANG-YEU [US] ET AL) 3 мая 2007 (2007-05-03) абзацы [0001], [0054] - [0073] фигуры 1-3 -----	1-25
A	US 4 842 844 A (HARRIS WILLIAM G [US] ET AL) 27 июня 1989 (1989-06-27) весь документ -----	1-25

ОТЧЁТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Информация о патентах-аналогах

Международная заявка №
PCT/RU 2012/000099

Патентный документ, процитированный в отчёте поиске	Дата публикации	Патент(ы)- аналог(и)	Дата публикации
US 6048450	A	11-04-2000	CA 2194085 A1 28-06-1997 DE 69617892 D1 24-01-2002 DE 69617892 T2 25-04-2002 EP 0781831 A1 02-07-1997 ES 2171636 T3 16-09-2002 FR 2743081 A1 04-07-1997 JP 3806810 B2 09-08-2006 JP 9202886 A 05-08-1997 KR 970033028 A 22-07-1997 US 6048450 A 11-04-2000
US 5493059	A	20-02-1996	AU 637919 B2 10-06-1993 AU 8048491 A 13-02-1992 BR 9103306 A 26-05-1992 CA 2047269 A1 02-02-1992 CN 1058582 A 12-02-1992 CS 9102402 A3 18-03-1992 EP 0470655 A1 12-02-1992 ES 2107320 A1 16-11-1997 HU 211035 B 28-09-1995 IT 1243773 B 28-06-1994 JP 4234336 A 24-08-1992 MX 174309 B 02-05-1994 NO 912886 A 03-02-1992 NZ 238997 A 25-02-1993 PL 291258 A1 23-03-1992 RO 110476 B1 30-01-1996 RU 2055829 C1 10-03-1996 TR 26025 A 01-11-1993 US 5493059 A 20-02-1996
US 5368691	A	29-11-1994	AT 150335 T 15-04-1997 BR 9205022 A 22-06-1993 CA 2085564 A1 17-06-1993 CN 1076379 A 22-09-1993 DE 69218367 D1 24-04-1997 DE 69218367 T2 10-07-1997 EP 0547939 A1 23-06-1993 ES 2101821 T3 16-07-1997 FR 2684893 A1 18-06-1993 JP 3388358 B2 17-03-2003 JP 5269364 A 19-10-1993 NO 924828 A 17-06-1993 US 5368691 A 29-11-1994 ZA 9209676 A 14-06-1994

ОТЧЁТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Информация о патентах-аналогах

Международная заявка №

PCT/RU 2012/000099

Патентный документ, протитированный в отчёте поиске	Дата публикации	Патент(ы)- аналог(и)	Дата публикации
US 6045762	A	04-04-2000	AU 5743798 A 18-08-1998
			CA 2276589 A1 30-07-1998
			EP 1009507 A2 21-06-2000
			JP 4298795 B2 22-07-2009
			JP 2001509071 A 10-07-2001
			TW 401313 B 11-08-2000
			US 6045762 A 04-04-2000
			WO 9832510 A2 30-07-1998

US 2007095646	A1	03-05-2007	НЕТ

US 4842844	A	27-06-1989	НЕТ