



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2010101601/05, 20.06.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.06.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
21.06.2007 US 60/945,461(43) Дата публикации заявки: **27.07.2011** Бюл. № 21(45) Опубликовано: **20.11.2012** Бюл. № 32(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2005112896 A, 10.11.2006. WO 95/35159 A1, 28.12.1995. WO 03/039733 A1, 15.05.2003. US 6669915 B1, 30.12.2003.**(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **21.01.2010**(86) Заявка РСТ:
EP 2008/057832 (20.06.2008)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/155399 (24.12.2008)

Адрес для переписки:

105064, Москва, а/я 88, "Патентные поверенные Квашнин, Сапельников и партнеры"

(72) Автор(ы):

**БЕХТЕЛЬ Маркус (DE),
ХЕПФЕР Беньямин (DE),
ВИЛЛЕ Михаэль (DE),
ДАЙСС Андреас (DE),
ГАЙЕР Райнер (DE),
ИЗЕЛЬБОРН Штефан (DE),
ЗАУТЕР Джон (US)**

(73) Патентообладатель(и):

БАСФ СЕ (DE)**(54) РЕАКТОР ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТРЕХФАЗНОЙ РЕАКЦИИ ЖИДКОЙ И ГАЗООБРАЗНОЙ ФАЗ В НЕПОДВИЖНОМ СЛОЕ КАТАЛИЗАТОРА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к реактору для осуществления трехфазной реакции жидкой и газообразной фаз в неподвижном слое катализатора, способу осуществления трехфазной реакции и их применению для селективной гидрогенизации фракций углеводородов. Реактор содержит слой катализатора, смесительное и распределительное устройство над слоем катализатора, через которое сверху вниз направляется равномерным потоком жидкая фаза и газообразная фаза. Смесительное и

распределительное устройство включает лотковый распределитель с имеющими форму лотков каналами и отводными трубочками для жидкой фазы, а также распределительную тарелку, расположенную под лотковым распределителем с вертикальными насадками. Лотковый распределитель имеет отверстия для впуска газообразной фазы и расположенные под ними отверстия для поступления жидкой фазы. Причем количество и размер отверстий для поступления жидкой фазы рассчитаны так, что при заданном притоке жидкости уровень жидкости на распределительной тарелке

устанавливается ниже отверстий для впуска газообразной фазы и выше отверстий для поступления жидкой фазы. Изобретение обеспечивает равномерное распределение

газообразной и жидкой фаз и хорошее превращение и селективность трехфазной реакции. 3 н. и 17 з.п. ф-лы, 1 ил.

R U 2 4 6 6 7 8 4 C 2

R U 2 4 6 6 7 8 4 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B01J 8/02 (2006.01)
B01D 3/00 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2010101601/05, 20.06.2008**

(24) Effective date for property rights:
20.06.2008

Priority:

(30) Convention priority:
21.06.2007 US 60/945,461

(43) Application published: **27.07.2011 Bull. 21**

(45) Date of publication: **20.11.2012 Bull. 32**

(85) Commencement of national phase: **21.01.2010**

(86) PCT application:
EP 2008/057832 (20.06.2008)

(87) PCT publication:
WO 2008/155399 (24.12.2008)

Mail address:

**105064, Moskva, a/ja 88, "Patentnye poverennye
Kvashnin, Sapel'nikov i partnery"**

(72) Inventor(s):

**BEKhTEL' Markus (DE),
KhEPFER Ben'jamin (DE),
VILLE Mikhaehl' (DE),
DAJSS Andreas (DE),
GAJER Rajner (DE),
IZEL'BORN Shtefan (DE),
ZAUTER Dzhon (US)**

(73) Proprietor(s):

BASF SE (DE)

(54) REACTOR FOR THREE-PHASE REACTION OF LIQUID AND GAS PHASES IN STATIC BED OF CATALYST

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: reactor contains a bed of catalyst, mixing and distributing device above the catalyst bed through which steady flow of liquid and gas phases is directed downwards. Mixing and distributing device includes chute distributor with channels in the form of chutes and drain tubes for liquid phase, also it includes distributor plate located under chute distributor with vertical pass checkers. Chute

distributor is provided with holes for inlet of gas phase and holes under it for liquid phase delivery. Number and size of holes for liquid phase delivery provides the following: upon preset delivery of fluid level on distributor plate is below holes for gas phase inlet and above holes for liquid phase delivery.

EFFECT: uniform distribution of gas and liquid phases and good transformation and selectivity of three-phase reaction.

20 cl, 1 dwg

RU 2 466 784 C2

RU 2 466 784 C2

Изобретение относится к реактору для осуществления трехфазной реакции жидкой и газообразной фаз в неподвижном слое катализатора со смесительным и распределительным устройством для жидкой и газообразной фаз, способу осуществления трехфазной реакции и применению.

5 Трехфазные реакции жидкой и газообразной фаз в неподвижном слое катализатора являются часто встречающимися в химической технологии, причем часто выбирается способ работы с одним или несколькими неподвижными (стационарными) слоями катализатора, расположенными горизонтально в вертикально стоящих реакторах, 10 через которые пропускаются жидкая и газообразная фазы. Превращение и селективность протекающих реакций наряду с кинетикой реакции зависят, в частности, от гидродинамики реактора. Для этого требуется равномерное течение реакции, которое опять же предполагает, что как газ, так жидкость, т.е. оба участника реакции, 15 распределены оптимально по возможности равномерно в реакторе как в радиальном, так и осевом направлениях. Это, в частности, является проблемой в промышленных реакторах с соответственно большими габаритами.

Трехфазные реакции к тому же большей частью проходят адиабатически, т.е. температура изменяется с возрастающим превращением в результате 20 высвобождающейся или потребляемой теплоты реакции, которая ввиду отсутствия внешнего теплообмена соответственно повышается или снижается. Чтобы получить однородное распределение температуры, без «горячих» точек и таким образом без соответствующих отрицательных эффектов, в частности, сказывающихся на сроке службы катализатора, на превращении и селективности, является желательным точно 25 также равномерное распределение исходных веществ.

Поэтому в химической технологии было создано большое количество устройств, чтобы обеспечить по возможности однородное распределение жидкой и газообразной фаз на поверхности слоя катализатора.

30 Патент США US 5817901 описывает способ селективной гидрогенизации фракций углеводородов с от 2 до 20 атомами углерода на молекулу, в неподвижном (стационарном) слое катализатора, причем поток углеводородов и водорода на стационарный слой направляется через статический смеситель типа SMV или SMX 35 фирмы Sulzer, перед которым предпочтительно расположен не описанный подробно распределитель жидкости. Например, описывается селективная гидрогенизация бутадиена в 1-бутены из фракций с 4-мя атомами углерода для реактора с диаметром 10 см, причем для упомянутого выше превращения бутадиенов в 1-бутены достигается селективность максимум примерно 58%. Однако только с помощью 40 комбинации статического смесителя, например, типа SMV или SMX фирмы Sulzer и не специфицированного более подробно распределителя жидкости в промышленных реакторах не может быть достигнута удовлетворительная селективность при селективной гидрогенизации ацетиленовых и диеновых компонентов из фракций углеводородов.

45 Европейская заявка на патент EP-A 1147809 описывает распределитель для многофазной смеси, включающей, по меньшей мере, газовую и, по меньшей мере, жидкую фазу, в слое катализатора, полученной с помощью распределительной тарелки, на которой расположены отводные трубочки, и на нижнем конце которых 50 предусмотрен другой распределительный элемент в форме сетки.

Международная заявка WO-A 03/039733 описывает распределитель для смеси, включающей, по меньшей мере, газообразную и, по меньшей мере, жидкую фазу, на слое катализатора. Распределитель включает распределительную тарелку P, с

большим количеством проходящих через тарелку смесительных и отводных трубочек, которые имеют впускное отверстие для газа, боковые отверстия для жидкости и при необходимости небольшой части газообразной фазы, а также нижнее отверстие для смеси из газообразной и жидкой фаз, причем под нижним отверстием и над
5 неподвижным слоем катализатора расположен дополнительный распределительный элемент в форме сетки с контролируемой пористостью и высоко изогнутыми боковыми стенками. Благодаря наличию дополнительного распределительного элемента обеспечивается более равномерная нагрузка на слой катализатора
10 газообразной и жидкой фазами по сравнению с формой осуществления без такого элемента.

Международная заявка WO-A 95/35159 описывает другой двухфазный распределитель для газообразной и жидкой фаз в неподвижном слое катализатора с распределительной тарелкой и отводными трубочками, причем предусмотрены две
15 группы отводных трубочек с отверстиями на различной высоте, таким образом, что обеспечивается равномерное распределение даже при низких скоростях прохождения потока.

Немецкая заявка на патент DE-A 102004021128 описывает другой реактор с
20 подводом газообразного и жидкого исходного продукта в равномерно движущемся потоке к неподвижному слою катализатора, причем перед ним предусмотрена распределительная тарелка, которая имеет отверстия с расположенными в отверстиях статичными смесителями. Благодаря комбинации распределительной тарелки со
25 статичными смесителями может достигаться явное уменьшение степени «гибкости опоры» h/d , т.е. отношения между высотой и диаметром реактора до величины <5 .

Однако превращение и селективность трехфазных реакторов, в частности, селективная гидрогенизация в промышленных реакторах с диаметрами более 0,5 м с известными распределительными устройствами были неудовлетворительны.

Поэтому задачей изобретения было оснащение трехфазных реакторов
30 смесительным и распределительным устройством, которое давало бы возможность даже и в промышленных реакторах обеспечивать в значительной мере равномерное распределение газообразной и жидкой фаз и таким образом хорошее превращение и селективность.

Задача решается с помощью реактора для осуществления трехфазной реакции жидкой и газообразных фаз в неподвижном слое катализатора, причем слой катализатора расположен горизонтально в реакторе, жидкая и газообразная фазы в реакторе направляются в равномерно движущемся потоке сверху вниз через
40 смесительное и распределительное устройство над неподвижным слоем катализатора, который (реактор) отличается тем, что смесительное и распределительное устройство включает лотковый распределитель для жидкой фазы с имеющими форму лотков каналами и отводными трубочками в имеющих форму лотков каналах для жидкой фазы, а также распределительную тарелку, расположенную под лотковым
45 распределителем на расстоянии от него, в которой вертикально установлены насадки, с одним или несколькими отверстиями для впуска газообразной фазы и одним или несколькими отверстиями, которые расположены под отверстиями для впуска газообразной фазы, для поступления жидкой фазы в насадки, и причем количество и размер отверстий для поступления жидкой фазы рассчитаны так, что при заданном
50 притоке жидкости на распределительной тарелке устанавливается уровень жидкости ниже отверстий для впуска газообразной фазы и выше отверстий для поступления жидкой фазы.

Согласно изобретению в распоряжение предоставляется смесительное и распределительное устройство для жидкой и газообразной фаз, которое включает две основные части, предварительный распределитель для жидкой фазы, который имеет исполнение, аналогичное известным лотковым распределителям с имеющими форму лотков каналами, в которых установлены отводные трубочки для жидкой фазы, однако с особенностью, что отводные трубочки в известной мере расположены на близком расстоянии от находящейся под ними распределительной тарелки, которая служит в качестве основного распределителя, что отводные трубочки постоянно погружены в жидкость, которая находится на распределительной тарелке. К тому же на распределительной тарелке установлены насадки с одним или несколькими отверстиями для впуска газообразной фазы и одним или несколькими расположенными под ними отверстиями для поступления жидкой фазы, причем количество и размер отверстий для поступления жидкой фазы рассчитаны так, что при заданном притоке жидкости устанавливается уровень жидкости на распределительной тарелке ниже отверстий для впуска газообразной фазы и выше отверстий для поступления жидкой фазы.

Благодаря тому, что отводные трубочки предварительного распределителя жидкости находятся ниже уровня жидкости на распределительной тарелке, функционирующей в качестве основного распределителя, жидкость, поступающая через отводные трубочки из лоткового распределителя, функционирующего в качестве предварительного распределителя, равномерно направляется в находящуюся на распределительной тарелке жидкость, не выходя в виде струи или даже не распыляясь.

Предпочтительно, что количество и размер отверстий для поступления жидкой фазы в насадки распределительной тарелки рассчитывается таким образом, что уровень жидкости на распределительной тарелке устанавливается даже при отклонениях притока жидкости от заданного притока жидкости до 20% вверх и до 50% вниз, ниже отверстий для впуска газообразной фазы и выше отверстий для поступления жидкой фазы.

Согласно изобретению равномерное распределение жидкой и газообразной фазы обеспечено также для больших реакторов с диаметром в диапазоне от 0,5 до 5 м или в диапазоне от 1 до 4 м, или также в диапазоне от 1,2 до 3 м.

На распределительной тарелке, которая функционирует в качестве основного распределителя, равномерно расположено предпочтительно от 50 до 200, или от 70 до 150, или также от 90 до 130 насадок на м².

К тому же насадки на распределительной тарелке могут быть расположены с разбивкой на треугольники или на квадраты.

Насадки предпочтительно имеют свободный диаметр от 5 до 75 мм, длину от 100 до 600 мм над распределительной тарелкой и длину от 20 до 250 мм под распределительной тарелкой и имеют отверстия для поступления жидкой фазы диаметром от 20 до 45 мм, которые расположены на высоте от 10 до 100 мм над распределительной тарелкой, а также отверстия для впуска газообразной фазы диаметром от 1 до 30 мм.

Далее предпочтительно, что насадки имеют свободный диаметр от 10 до 60 мм, длину от 200 до 400 мм над распределительной тарелкой и длину от 50 до 200 мм под распределительной тарелкой, а также отверстия для поступления жидкой фазы диаметром от 2 до 35 мм на высоте от 22 до 75 мм над распределительной тарелкой и отверстия для впуска газообразной фазы диаметром от 5 до 20 мм.

Далее предпочтительно насадки имеют свободный диаметр от 35 до 50 мм, длину

от 250 до 350 мм над распределительной тарелкой и длину от 100 до 150 мм под распределительной тарелкой, а также отверстия для поступления жидкой фазы с диаметром от 10 до 25 мм, которые расположены на высоте от 40 до 60 мм над распределительной тарелкой и отверстия для впуска газообразной фазы с диаметром от 5 до 15 мм.

Предпочтительно отверстия для поступления жидкой фазы могут быть выполнены с возможностью регулирования по высоте и ориентирования.

Предпочтительно потеря давления газообразной фазы между впуском в реактор и впуском в насадки за счет ее количества и отверстий для впуска газообразной фазы регулируется таким образом, что при режиме работы с самой низкой скорости прохождения газа потеря давления газообразной фазы между впуском в реактор и впуском в насадки составляет от 50 до 500 Па, предпочтительно от 75 до 300 Па, более предпочтительно от 100 до 200 Па.

Предложенный согласно изобретению реактор предпочтительно имеет непрерывный режим работы.

Чтобы при необходимых перерывах в работе иметь возможность опорожнять реактор, в распределительной тарелке предусмотрены сливные отверстия, которые равномерно распределены по распределительной тарелке, количество и размер которых выбрано таким образом, что при нормальном режиме работы реактора только максимум 5% всей направляемой через реактор жидкой фазы проходит через сливные отверстия.

Предпочтительно сливные отверстия имеют диаметр между 10 и 20 мм.

Функционирующий в качестве предварительного распределителя лотковый распределитель, который имеет каналы в форме лотков с отводными трубочками в каналах для жидкой фазы, предпочтительно выполнен таким образом, что имеющие форму лотков каналы включают основной канал и два или несколько боковых каналов, которые образованы так, что жидкая фаза беспрепятственно может течь между основным каналом и боковыми каналами.

В частности, основной канал и боковые каналы по отношению друг к другу выполнены таким образом, что сумма поверхностей дна лотков основного и боковых каналов составляет от 30 до 70%, предпочтительно от 40 до 60% всей поверхности поперечного сечения реактора.

Каналы в форме лотков лоткового распределителя имеют предпочтительно высоту от 200 до 600 мм, особенно предпочтительно от 250 до 500 мм, более предпочтительно от 300 до 400 мм.

В донной части имеющих форму лотков каналов предусмотрено предпочтительно от 30 до 120, более предпочтительно от 40 до 100, особенно предпочтительно от 50 до 80 отверстий на м², с диаметром от 5 до 40, особенно предпочтительно от 10 до 35, более предпочтительно от 15 до 25 мм, причем на каждом отверстии установлена отводная трубочка с диаметром от 15 до 75, предпочтительно от 25 до 60 мм, более предпочтительно от 35 до 50 мм, причем длина отводной трубочки установлена таким образом, что ее нижний конец находится на расстоянии от 20 до 200 мм, предпочтительно от 25 до 150 мм над распределительной тарелкой.

Более улучшенное равновесное распределение достигается с помощью предпочтительного исполнения реактора, согласно которому жидкая фаза, направленная в реактор по подводной трубе, на конце подающей трубы, по которой жидкая фаза поступает в реактор, находясь на несколько сантиметров от конца подводной трубы, встречает отражательную пластину в форме диска с отверстиями.

Предметом изобретения является также способ осуществления трехфазной реакции в реакторе между жидкой и газообразной фазами в неподвижном слое катализатора, причем стационарный слой катализатора расположен в реакторе горизонтально и жидкая фаза и газообразная фаза направляются в реакторе в равномерно движущемся

5 потоке сверху вниз через смесительное и распределительное устройство над слоем катализатора, отличающийся тем, что

- жидкая фаза направляется извне реактора по подводящей трубе в лотковый распределитель с имеющими форму лотков каналами и отводными трубочками в

10 имеющих форму лотков каналах и

- газообразная фаза отдельно и/или вместе с жидкой фазой направляется через патрубок, который расположен выше по направлению потока распределительной тарелки, в газовую камеру между лотковым распределителем и расположенной под

15 ней на расстоянии распределительной тарелкой, в которой установлены вертикальные насадки, причем

- жидкая фаза по отводным трубочкам лоткового распределителя направляется ниже уровня жидкости в находящуюся на распределительной тарелке жидкость и

- газообразная фаза через одно или несколько отверстий из газовой камеры

20 направляется в насадки распределительной тарелки и, причем жидкая фаза через одно или несколько отверстий ниже уровня жидкости направляется в насадки на распределительной тарелке и смесь из жидкой и газообразной фаз по насадкам направляется на слой неподвижного катализатора.

Предметом изобретения является также применение описанного выше реактора или описанного выше способа для осуществления селективной гидрогенизации фракций углеводородов. Предпочтительным является применение, согласно которому фракции углеводородов являются фракциями углеводородов с 2-, 3- или 4-мя атомами углерода или пиролизными газами.

25

Особенно предпочтительны фракции углеводородов с 4-мя атомами углеводородов, причем бутadiен из фракций с 4-мя атомами углерода селективно гидрогенизируется в n-бутены. Благодаря применению предложенного в соответствии с изобретением реактора со специальным исполнением предварительного распределителя и основного

30 распределителя является возможным в значительной степени в количественном отношении 1,3 бутadiен гидрогенизировать в n-бутены и при этом избегать избыточной гидрогенизации в бутан. Ниже изобретение более подробно поясняется с помощью фигуры, а также примеров осуществления.

35

На единственной фигуре 1 показано схематическое изображение продольного разреза предложенного согласно изобретению реактора R с подводом жидкой фазы 1 и газообразной фазы 2 соответственно сверху через не показанные патрубки.

40

В реакторе R над катализаторным стационарным слоем F расположено смесительное и распределительное устройство MV, которое имеет предварительный распределитель, образованный в виде лоткового распределителя TV, с

45 расположенными в донной части распределителя отводными трубочками A, а также распределительную тарелку B, которая расположена ниже по направлению потока лоткового распределителя TV и функционирует в качестве основного распределителя. На распределительной тарелке B установлены насадки T, которые над и под

50 распределительной тарелкой B выходят во внутреннее пространство реактора R. В области насадок T над распределительной тарелкой B предусмотрены отверстия P1 выше уровня жидкости на распределительной тарелке B для впуска газообразной фазы 2, а также отверстия P2 ниже уровня жидкости на распределительной тарелке B

для поступления жидкой фазы 1.

Для реактора R с диаметром 1,7 м было разработано смесительное- и распределительное устройство MV, как оно схематически представлено на фигуре 1. Лотковый распределитель включал один основной канал и 6 боковых каналов с высотой 400 мм, причем сумма поверхностей дна лотков основного канала и боковых каналов составляла 60% всей поверхности поперечного сечения реактора. В донной части имеющих форму лотков каналов было расположено 62 отверстия на м² диаметром 27 мм, причем на каждом отверстии была установлена отводная трубочка диаметром 48 мм, и причем длина отводных трубочек была выбрана таким образом, что нижний конец их находился на 150 мм над распределительной тарелкой.

Распределительная тарелка оснащена 100 насадками на м² с разбивкой на треугольники, причем насадки имеют свободный диаметр 41,9 мм, длину 320 мм над распределительной тарелкой и 150 мм под распределительной тарелкой. В насадках было предусмотрено соответственно одно отверстие с диаметром 24 мм на высоте 50 мм над распределительной тарелкой для поступления жидкой фазы, а также одно отверстие с диаметром 15 мм вблизи верхнего конца насадок для впуска газообразной фазы.

Для оценки условий распределения к смесительному и распределительному устройству подавалась вода. Количество подаваемой воды варьировалось между 100 и 540 м³/ч.

Во всем диапазоне нагрузки на смесительное и распределительное устройство разбрызгивание было незначительно. Через отверстия для впуска газа в верхней области насадок не поступало никакой жидкости.

Далее производили измерение количества воды, текущее через каждую насадку распределительной тарелки. При этом было установлено, что протекающее количество в диапазоне нагрузки от 300 до 540 м³/ч очень мало варьировалось между различными насадками, несколько большая вариация наблюдалась в диапазоне нагрузки ниже 300 м³/ч, причем, однако, в этом диапазоне нагрузки эффективность распределения жидкости со стандартным отклонением была в количественном отношении меньше 5%.

Описанный выше реактор со смесительным и распределительным устройством применялся для селективной гидрогенизации 1,3-бутадиена из фракции с 4-мя атомами углерода в n-бутены.

По сравнению с осуществлением способа в реакторе в соответствии с уровнем техники превращение в отношении 1,3-бутадиена повысилось на 1% и селективность для гидрогенизации 1,3-бутадиена в n-бутены на 3%.

Формула изобретения

1. Реактор (R) для осуществления трехфазной реакции жидкой фазы (1) и газообразной фазы (2) в неподвижном слое катализатора (F), причем слой катализатора (F) горизонтально расположен в реакторе (R), и жидкая фаза (1) и газообразная фаза (2) равномерно движущимся потоком направляются в реакторе (R) сверху вниз через смесительное и распределительное устройство (MV) над неподвижным слоем катализатора (F), причем смесительное и распределительное устройство (MV) включает:

лотковый распределитель (TV) для жидкой фазы (1) с имеющими форму лотков каналами (K) и отводными трубочками (A) в имеющих форму лотков каналах (K) для жидкой фазы (1), а также

распределительную тарелку (В), расположенную под лотковым распределителем (TV) на расстоянии от него, в которой установлены вертикальные насадки (Т), отличающийся тем, что длина отводных трубочек (А) установлена таким образом, что нижний конец этих трубочек лежит на расстоянии от 20 до 200 мм над распределительной тарелкой (В), и, что лотковый распределитель (TV) имеет одно или несколько отверстий (P1) для впуска газообразной фазы (2) и одно или несколько отверстий (P2), которые расположены под отверстиями (P1) для впуска газообразной фазы, для поступления жидкой фазы (1) в насадки (Т), и причем количество и размер отверстий (P2) для поступления жидкой фазы (1) рассчитаны таким образом, при заданном притоке жидкости уровень жидкости на распределительной тарелке может быть установлен ниже отверстий (P1) для впуска газообразной фазы (2) и выше отверстий (P2) для поступления жидкой фазы (1), и причем выше по потоку распределительной тарелки (В) расположен патрубок, по которому газообразная фаза (2) направляется в газовую камеру (G) между лотковым распределителем (TV) и расположенной ниже на расстоянии распределительной тарелкой (В), в которой установлены вертикальные насадки (Т), причем на распределительной тарелке (В) равномерно расположены от 50 до 200 насадок (Т) на м², и причем насадки (Т) имеют свободный диаметр от 5 до 75 мм, а также длину от 100 до 600 мм над распределительной тарелкой (В) и длину от 20 до 250 мм под распределительной тарелкой (В), отверстия (P2) для поступления жидкой фазы (1) имеют диаметр от 2 до 45 мм и расположены на высоте от 10 до 100 мм над распределительной тарелкой (В), и отверстия (P1) для впуска газообразной фазы (2) имеют диаметр от 1 до 30 мм.

2. Реактор (R) по п.1, отличающийся тем, что количество и размер отверстий (P2) в насадках (Т) распределительной тарелки (В) для поступления жидкой фазы (1) рассчитаны таким образом, что уровень жидкости на распределительной тарелке (В) устанавливается также при отклонениях притока жидкости от заданного притока жидкости до 20% вверх и до 50% вниз, ниже отверстий (P1) для впуска газообразной фазы (2) и выше отверстий (P2) для поступления жидкой фазы (1).

3. Реактор (R) по п.1, отличающийся тем, что он имеет диаметр в диапазоне от 0,5 до 5 м, предпочтительно в диапазоне от 1 до 4 м, более предпочтительно в диапазоне от 1,2 до 3 м.

4. Реактор (R) по п.1, отличающийся тем, что на распределительной тарелке (В) равномерно расположено от 70 до 150, предпочтительно от 90 до 130 насадок (Т) на м².

5. Реактор (R) по п.4, отличающийся тем, что насадки (Т) расположены на распределительной тарелке (В) с разбивкой на треугольники или на квадраты.

6. Реактор (R) по п.1, отличающийся тем, что насадки (Т) имеют свободный диаметр от 10 до 60 мм, а также длину от 200 до 400 мм над распределительной тарелкой (В) и длину от 50 до 200 мм под распределительной тарелкой (В), и, что отверстия (P2) для поступления жидкой фазы (1) имеют диаметр от 3 до 35 мм и расположены на высоте от 22 до 75 мм над распределительной тарелкой (В), и, что отверстия (P1) для впуска газообразной фазы (2) имеют диаметр от 5 до 20 мм.

7. Реактор (R) по п.6, отличающийся тем, что насадки (Т) имеют свободный диаметр от 35 до 50 мм, а также длину от 250 до 350 мм над распределительной тарелкой (В) и длину от 100 до 150 мм под распределительной тарелкой (В), и, что отверстия (P2) для поступления жидкой фазы (1) имеют диаметр от 10 до 25 мм и расположены на высоте от 40 до 60 мм над распределительной тарелкой (В) и, что отверстия (P1) для впуска газообразной фазы (2) имеют диаметр от 7 до 15 мм.

8. Реактор (R) по п.1, отличающийся тем, что отверстия (P2) для поступления жидкой фазы (1) выполнены с возможностью регулирования по высоте и ориентировке.

5 9. Реактор (R) по п.1, отличающийся тем, что в распределительной тарелке (B) предусмотрены сливные отверстия, которые равномерно распределены по распределительной тарелке (B), и их количество и размер выбраны таким образом, что при нормальном режиме работы через сливные отверстия протекает только максимум 5% всей направленной через реактор (R) жидкой фазы (1).

10 10. Реактор (R) по п.9, отличающийся тем, что сливные отверстия имеют диаметр между 10 и 20 мм.

11. Реактор (R) по п.1, отличающийся тем, что лотковый распределитель (TV) расположен на расстоянии от 10 до 300 мм, предпочтительно от 20 до 200 мм над верхним концом насадок (T).

15 12. Реактор (R) по п.1, отличающийся тем, что имеющие форму лотков каналы (K) лоткового распределителя (TV) включают основной канал (HK) и два или несколько боковых каналов (SK), которые выполнены таким образом, что жидкая фаза (1) может беспрепятственно течь между основным каналом (HK) и боковыми каналами (SK).

20 13. Реактор (R) по п.12, отличающийся тем, что сумма поверхностей дна основного канала (HK) и боковых каналов (SK) составляет от 30 до 70%, предпочтительно от 40 до 60% всей поверхности поперечного сечения реактора (R).

25 14. Реактор (R) по п.1, отличающийся тем, что имеющие форму лотков каналы (K) имеют высоту от 200 до 600 мм, предпочтительно от 250 до 500 мм, более предпочтительно от 300 до 400 мм.

30 15. Реактор (R) по п.1, отличающийся тем, что на донной части имеющих форму лотков каналов (K) предусмотрено от 30 до 120, предпочтительно от 40 до 100, более предпочтительно от 50 до 80 отверстий на м² диаметром от 5 до 40, предпочтительно от 10 до 35, более предпочтительно от 15 до 25 мм, и, что на каждом отверстии установлена отводная трубочка (A) диаметром от 15 до 75 мм, предпочтительно от 25 до 60 мм, более предпочтительно от 35 до 50 мм, причем длина отводной трубочки установлена таким образом, что нижний конец ее лежит на расстоянии от 25 до 150 мм выше распределительной тарелки (B).

35 16. Реактор (R) по одному из пп.1-15, отличающийся тем, что жидкая фаза (1) направляется в реактор (R) по подводящей трубе (E), и, что на конце подводящей трубы (E), по которой жидкая фаза (1) поступает в реактор (R), на расстоянии нескольких см от конца подводящей трубы (E) расположена отражательная пластина в форме диска с отверстиями.

40 17. Способ осуществления трехфазной реакции в реакторе (R) между жидкой фазой (1) и газообразной фазой (2) в неподвижном слое катализатора (F), причем неподвижный слой катализатора (F) горизонтально расположен в реакторе (R), и жидкая фаза (1) и газообразная фаза (2) в равномерно движущемся потоке направляются в реакторе сверху вниз через смесительное и распределительное устройство (MV) над неподвижным слоем катализатора (F), отличающийся тем, что жидкая фаза (1) извне реактора по подводящей трубе (E) направляется в лотковый распределитель (TV) с имеющими форму лотков каналами (K) и отводными трубочками (A) в имеющих форму лотков каналах (K), и газообразная фаза (2) отдельно и/или вместе с жидкой фазой (1) через патрубок, который расположен выше по направлению потока распределительной тарелки (B),

направляется в газовую камеру (G) между лотковым распределителем (TV) и расположенной под ним на расстоянии распределительной тарелкой (B), в которой расположены вертикальные насадки (T), причем

5 жидкая фаза (1) по отводным трубочками (A) лоткового распределителя (TV) направляется под уровнем жидкости в жидкость, находящуюся на распределительной тарелке (B), и

газообразная фаза (2) через одно или несколько отверстий (P1) из газовой камеры (G) направляется в насадки (T) распределительной тарелки (B), и причем

10 жидкая фаза (1) через одно или несколько отверстий (P2) направляется под уровнем жидкости в насадки (T) на распределительной тарелке (B), и смесь из жидкой фазы (1) и газообразной фазы (2) через насадки (T) направляется на неподвижный слой катализатора (F), причем длина отводных трубочек (A) установлена таким образом, что их нижний конец лежит на расстоянии от 20 до 200 мм выше распределительной тарелки (B), и причем на распределительной тарелке (B) равномерно расположено 15 от 50 до 200 насадок (T) на м², и причем насадки (T) имеют свободный диаметр от 5 до 75 мм, а также длину от 100 до 600 мм над распределительной тарелкой (B) и длину от 20 до 250 мм под распределительной тарелкой (B), отверстия (P2) для поступления жидкой фазы (1) имеют диаметр от 2 до 45 мм и расположены на высоте от 10 до 100 мм выше распределительной тарелки (B), и отверстия (P1) для впуска газообразной фазы (2) имеют диаметр от 1 до 30 мм.

18. Применение реактора по одному из пп.1-16 или способа по п.18 для осуществления селективной гидрогенизации фракций углеводородов.

25 19. Применение по п.18, отличающееся тем, что фракции углеводородов являются фракциями углеводородов с 2, 3 и 4 атомами углерода или пиролизными газами.

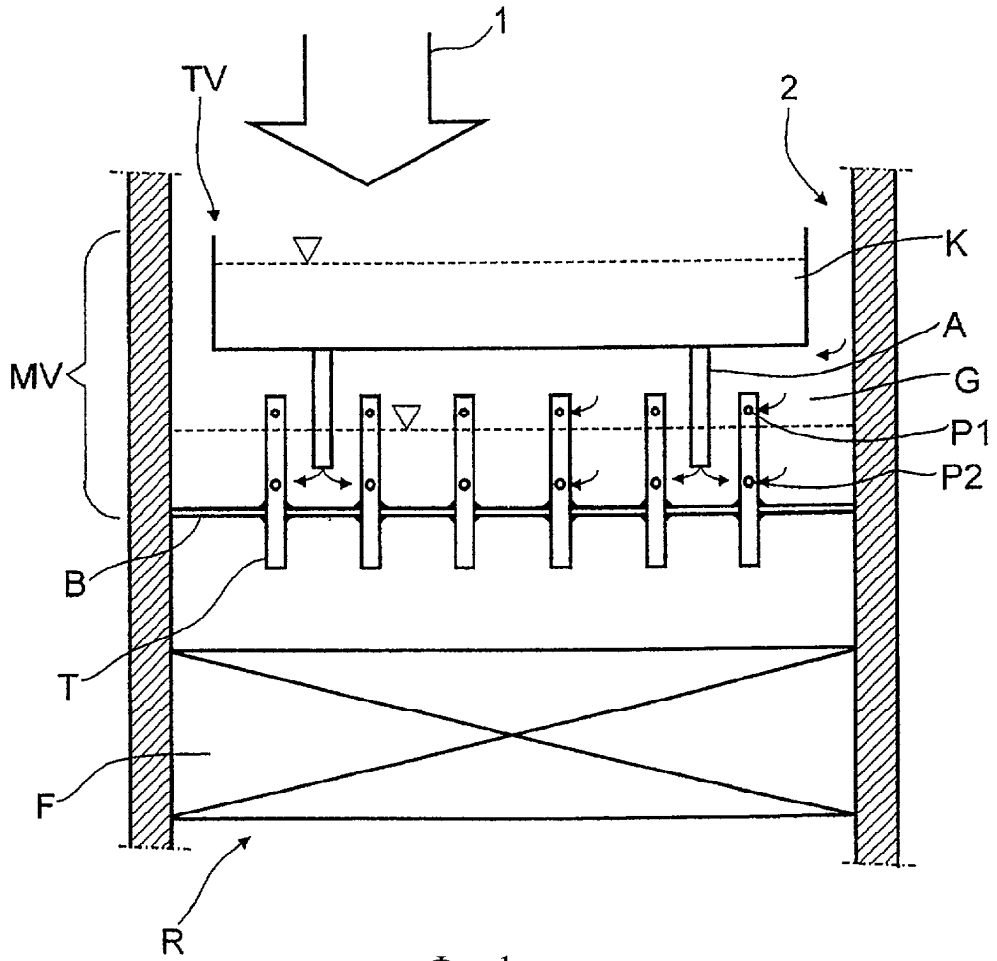
20. Применение по п.19, отличающееся тем, что углеводородные фракции являются фракциями с 4 атомами углерода, и, что бутадиев из фракций с 4 атомами углерода 30 селективно гидрогенизируется в n-бутены.

35

40

45

50



Фиг. 1