



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2006135387/12, 07.03.2005**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.03.2005(30) Конвенционный приоритет:
08.03.2004 EP 04251319.2(43) Дата публикации заявки: **20.04.2008**(45) Опубликовано: **10.08.2009** Бюл. № 22(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **US 6344490 B1, 05.02.2002. US 6717024 B2,
06.04.2004. US 3615016 A, 26.10.1971. JP
2000140534 A, 23.05.2000. SU 553772 A,
15.06.1982. SU 1839708 A3, 12.01.1990.**(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: **09.10.2006**(86) Заявка РСТ:
EP 2005/051002 (07.03.2005)(87) Публикация РСТ:
WO 2005/084791 (15.09.2005)Адрес для переписки:
**103735, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент", Н.Н.Высоцкой**

(72) Автор(ы):

**БУР Анне (NL),
СХРАУВЕН Франсискус Йоханнес
Мария (NL)**

(73) Патентообладатель(и):

**ШЕЛЛ ИНТЕРНЭШНЛ РИСЕРЧ
МААТСХАППИЙ Б.В. (NL)****(54) ФИЛЬТРУЮЩАЯ СИСТЕМА С ФИЛЬТРУЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ,
ВТЯГИВАЮЩИМСЯ В КОЖУХ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к фильтрующей системе, пригодной для реактора, используемого в экзотермических реакциях. Съёмная фильтрующая система для реактора имеет кожух фильтра, в который втягивается

фильтрующий модуль. Кожух изолируется, и фильтрующий модуль извлекается без сбрасывания давления в реакторе. Это дает возможность обслуживать фильтры, не прерывая производственный процесс в реакторе. 4 н. и 12 з.п. ф-лы, 5 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2006135387/12, 07.03.2005**
 (24) Effective date for property rights:
07.03.2005
 (30) Priority:
08.03.2004 EP 04251319.2
 (43) Application published: **20.04.2008**
 (45) Date of publication: **10.08.2009 Bull. 22**
 (85) Commencement of national phase: **09.10.2006**
 (86) PCT application:
EP 2005/051002 (07.03.2005)
 (87) PCT publication:
WO 2005/084791 (15.09.2005)
 Mail address:
103735, Moskva, ul. Il'inka, 5/2, OOO
"Sojuzpatent", N.N.Vysotskoj

(72) Inventor(s):
BUR Anne (NL),
SKhRAUVEN Fransiskus Jokhannes Marija (NL)
 (73) Proprietor(s):
ShELL INTERNEhShNL RISERCh
MAATSKhAPPIJ B.V. (NL)

(54) FILTERING SYSTEM WITH FILTERING DEVICE THAT RETRACTS IN JACKET

(57) Abstract:
 FIELD: technological processes.
 SUBSTANCE: invention is related to filtering system suitable for reactor used in exothermic reactions. Detachable filtering system for reactor has filter jacket, in which filtering module is

retracted. Jacket is insulated, and filtering module is withdrawn without pressure collapse in reactor.
 EFFECT: makes it possible to service filters without interruption of production process in reactor.
 16 cl, 5 dwg

RU 2 363 532 C2

RU 2 363 532 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к фильтрующей системе, используемой в реакторе. В частности, это изобретение относится к фильтрующей системе, пригодной для реактора, используемого при экзотермических реакциях, таких как реакции Фишера-Тропша, а также для углеводородов и топлив, извлекаемых из этих углеводородов, которые могут быть получены путем гидрогенизации оксида углерода в процессе, в котором используется этот реактор и эта фильтрующая система.

Предшествующий уровень техники

Процесс Фишера-Тропша часто применяется для превращения исходного углеводородного сырья в жидкие и/или твердые углеводороды. Это исходное сырье (например, природный газ, попутный газ, метан угольных пластов, фракции остаточной (сырой) нефти и/или уголь) на первой стадии превращается в смесь водорода и оксида углерода (эта смесь часто упоминается как синтез-газ). Затем, на второй стадии, этот синтез-газ подается в реактор, в котором он превращается под воздействием соответствующего катализатора при повышенных температуре и давлении в парафиновые соединения в диапазоне от метана до молекул с высокой молекулярной массой, содержащих до 200 атомов углерода, или при определенных условиях даже больше.

Для осуществления реакции Фишера-Тропша были разработаны многочисленные реакторные системы. Например, системы реактора Фишера-Тропша включают в себя реакторы с неподвижным слоем катализатора, главным образом многотрубчатые реакторы с неподвижным слоем катализатора, реакторы с псевдооживленным слоем катализатора, такие как реакторы с увлеченным псевдооживленным слоем катализатора и реакторы с неподвижным псевдооживленным слоем катализатора, и реакторы со слоем катализаторной суспензии, такие как трехфазные суспензионные барботажные колонны и реакторы с барботируемым (ebulated) слоем катализатора.

Реакция Фишера-Тропша является в высокой степени экзотермической и термочувствительной, вследствие чего она требует тщательного температурного контроля для поддержания оптимальных рабочих условий и избирательности заданного углеводородного продукта.

Характеристики теплоотдачи для реакторов с неподвижным слоем катализатора являются, как правило, низкими по причине относительно низкой массовой скорости, маленького размера частиц и низкой тепловой емкости текучих сред. Тем не менее, если попытаться улучшить теплоотдачу посредством увеличения скорости газа, может быть получено более высокое трансформирование окиси углерода, однако избыточный перепад давлений на противоположных концах реактора ограничивает устойчивость к коммерческим условиям использования. Для того чтобы получить заданное трансформирование окиси углерода и обеспечить пропускную способность газа, представляющую коммерческий интерес, эти условия приведут к существенным радиальным перепадам температуры. По этой причине трубы реакторов Фишера-Тропша с неподвижным слоем катализатора должны иметь диаметр не более 5 или 7 см во избежание чрезмерных эпюр распределения температур. Желательное использование высокоактивных катализаторов в реакторах Фишера-Тропша с неподвижным слоем катализатора еще более ухудшает положение. В результате низких характеристик теплоотдачи возможны локальные неконтролируемые отклонения (горячие точки), которые могут привести к локальной дезактивации катализатора. Во избежание реакции аварийного режима максимальная температура внутри реактора должна быть ограничена. Тем не менее, наличие

перепадов температуры в реагирующей смеси означает, что большое количество катализатора работает в пределах ниже оптимальных.

Использование рециркуляции жидкости в качестве средства для улучшения общей производительности в конструкции с неподвижным слоем катализатора уже
5 описывалось. Такая система также называется реактором с орошаемым слоем катализатора (как часть комплекта систем реактора с неподвижным катализатором), в который и газовый реагент, и жидкость вводятся одновременно (в предпочтительном варианте в восходящее или нисходящее направление потока по
10 отношению к катализатору). Наличие фонтанирующего газового реагента и жидкости улучшает эксплуатационные характеристики реактора в отношении трансформирования окиси углерода и избирательности продукта. Недостатком системы с орошаемым слоем катализатора (как и любой конструкции с неподвижным
15 слоем катализатора) является перепад давлений в сочетании с работой при высоких массовых скоростях. Газонаполненная пустотность в конструкциях с неподвижным слоем катализатора (обычно менее чем 0.50) и размер и форма частиц катализатора не позволяют развивать высокие массовые скорости без избыточных перепадов давления. Следовательно, пропускная способность массы на единицу объема
20 реактора, которая подвергается трансформации, ограничивается показателями теплоотдачи. Увеличение размера частицы отдельного катализатора может незначительно улучшить теплоотдачу, давая возможность развития более высоких массовых скоростей (при определенном перепаде давлений), но снижение избирательности по отношению к продуктам с высокой температурой начала кипения
25 и увеличение метана, избирательно комбинированное с увеличением активности катализатора, обычно компенсирует коммерческие стимулы более высокой теплоотдачи.

Реакторы с трехфазными суспензионными барботажными колоннами в
30 большинстве случаев имеют преимущества перед конструкцией с неподвижным слоем катализатора по характеристикам теплоотдачи. Такие реакторы обычно объединяют мелкие частицы катализатора, находящиеся во взвешенном состоянии в восходящем потоке газа, в жидкую непрерывную матрицу. В трехфазных суспензионных
35 реакторах имеется большое количество охлаждающих труб. Движение жидкой непрерывной матрицы обеспечивает достаточную теплоотдачу для того, чтобы достичь высокой коммерческой производительности. Частицы катализатора движутся внутри жидкой непрерывной фазы, в результате чего достигается эффективная отдача производимого тепла от частиц катализатора к охлаждающим поверхностям, в то
40 время как большие запасы жидкости в реакторе обеспечивают высокую тепловую инерцию, которая помогает предотвратить быстрые увеличения температуры, которые могут привести к неконтролируемым тепловым отклонениям.

Было предложено несколько способов отделения жидкости от суспензии в
45 трехфазном суспензионном реакторе, главным образом продуктов реакции жидких углеводородов, получаемых в процессе реакции Фишера-Тропша.

Так, в европейской патентной заявке 609079 описывается суспензионная барботажная колонна, в которой содержится суспензионный слой частиц катализатора, находящихся во взвешенном состоянии в жидкости. Зона фильтрации
50 находится в суспензионном слое, в частности близко к верхней поверхности суспензионного слоя. Зона фильтрации обычно включает в себя большое количество фильтрующих элементов. Эти фильтрующие элементы обычно имеют продолговатую цилиндрическую форму и содержат фильтрующий материал цилиндрической формы,

окружающий зону накопления фильтрата. В результате фильтрации образуется отжатый осадок, который удаляется путем очистки противотоком.

В европейской патентной заявке 592176 имеется описание зоны фильтрации, состоящей из трубчатого листа, в котором содержатся фильтрующие картриджи.

Трубчатый лист определяет границу верхней поверхности суспензионного слоя. В международной (РСТ) заявке №94/16807 описывается зона фильтрации, окружающая суспензионный слой. В этом случае не наблюдается формирование никакого отжатого осадка на фильтре, поскольку над фильтрующими элементами создается очень низкий средний перепад давлений. В описании имеется ссылка на критическое значение в размере 6 миллибар.

В патентной заявке Англии 2281224 сообщается о реакторе, в котором имеется большое количество реакционных труб, установленных для содержания суспензионного слоя. В верхней части каждой из них имеется фильтрующий элемент для отделения суспензии углеводородного продукта, а верхушка увеличенного диаметра, которая часто упоминается как зона выделения, предназначена для отделения газа от суспензии.

В патенте США 5324335 имеется описание приготовления углеводородов с применением железного катализатора (неосажденного). Чтобы избежать постоянного увеличения высоты суспензии в корпусе реактора, из суспензии отделяется парафин с использованием фильтра в поперечном потоке, который помещается снаружи корпуса реактора. Осадок на фильтре регулярно удаляется посредством выдавливания отфильтрованного парафина в межтрубную зону фильтра инертным газом и проталкивания осадка в поток суспензии.

В немецком патенте 3245318 описывается процесс отделения потока жидкого продукта из суспензии с помощью фильтрации в поперечном потоке, которая осуществляется при значительном давлении в реакторе, но вне реактора. Необходима регулярная очистка противотоком фильтрующего материала при помощи изменения давления над фильтром.

В патенте США 6344490 имеется описание трехфазной суспензионной барботажной колонны, в которой имеется один или более фильтрующий агрегат, подвешенный в суспензии. Устройство этого реактора и фильтрующих агрегатов таково, что каждый агрегат может быть извлечен через отверстие в верхней части реактора. Из описания следует, что это осуществляется при давлении окружающей среды. Таким образом, в случае, если требуется заменить один или более фильтров в процессе согласно патенту США 6344490, этот процесс необходимо остановить, давление с реактора должно быть сброшено, и потребуются произвести перезапуск (при высоком давлении и высокой температуре). Для большого промышленного суспензионного реактора потребуются несколько часов для охлаждения реактора на 75-100°C, сброса давления, замены фильтра, восстановления давления и нагревания на 75-100°C.

Раскрытие сущности изобретения

Настоящее изобретение предусматривает фильтрующую систему для использования в реакторе. Эта фильтрующая система имеет фильтрующее средство для отделения жидкости из смеси твердых частиц и жидкости и фильтрующий кожух, приспособленный для присоединения к реактору и способный вмещать фильтрующее устройство, причем фильтрующее устройство втягивается в кожух.

Преимуществом настоящего изобретения является то, что больше не требуется останавливать процесс, охлаждать запас материалов в реакторе и нагнетать давление, и нагревать реактор до температуры реакции. Соответствующим образом

температура реакции уменьшается на 25-75°C, то есть именно настолько, насколько достаточно для остановки реакции. Количество синтетического газа, вводимого в реактор, может быть уменьшено на величину до 75%. По меньшей мере 10%, а предпочтительно около 20% обычно все же вводится в реактор для того, чтобы поддерживать частицы катализатора во взвешенном состоянии. Остальной поток синтетического газа может быть замещен другим газом, например инертным газом, таким как азот, или потоком с повторным циклом циркуляции. Для реакции желательно, чтобы температура реактора была понижена меньше, чем на 25°C, предпочтительно меньше, чем на 10°C, и тогда реакция будет протекать с той же эффективностью, что и при непрерывной производительности.

В типовом варианте выполнения фильтрующее устройство втягивается через отверстие в реакторе, обычно расположенное на верхней поверхности реактора, в особенности на верху большого трубчатого реактора, как изображено на фиг.1. В типовом варианте выполнения кожух является съемным и крепится к отверстию.

В типовом варианте выполнения фильтрующее устройство имеет отводной трубопровод, выходящий из фильтрующего устройства, чтобы доставлять фильтрат из фильтрующего устройства к технологическому оборудованию, расположенному снаружи реактора. При желании фильтрующее устройство может быть оснащено соединительным фитингом для подъемной стропы для облегчения втягивания фильтрующего устройства в кожух или оно может втягиваться просто через отводной трубопровод. Подъемную стропу или отводной трубопровод можно задействовать для того, чтобы втянуть фильтрующее устройство из реактора в кожух.

В типовом варианте выполнения кожух имеет выходное отверстие для вывода из него фильтрующего устройства. В определенном предпочтительном варианте выполнения кожух может иметь в верхней или боковой части выходное отверстие, через которое фильтр может быть выведен из кожуха, или в более простых вариантах выполнения кожух является отделимым от реактора, таким образом, чтобы фильтр мог выводиться через отверстие, используемое для втягивания фильтра в кожух. Подходящим кожухом является продолговатая труба или трубка, в которой в предпочтительном варианте выполнения предусмотрены съемные перекрывающие и/или изолирующие приспособления.

Предпочтительным является то, что кожух имеет, по меньшей мере, одно изолирующее устройство, такое как клапан, которое герметически закрывает отверстие между реактором и кожухом. Таким образом, при завершении втягивания фильтрующего устройства в кожух через отверстие можно привести в действие это изолирующее устройство, чтобы герметически закрыть отверстие и изолировать кожух от реактора. Это позволяет произвести последующее удаление фильтрующего устройства из кожуха и сбросить давление в кожухе без разгерметизации реактора.

В типовом варианте выполнения фильтрующее устройство опускается под воздействием силы тяжести через отверстие в верхней поверхности реактора.

Предпочтительным является то, что фильтры в процессе работы расположены ниже уровня поверхности увеличенного в объеме слоя суспензии.

В определенных предпочтительных вариантах выполнения фильтрующее устройство может снабжаться колпачком, приспособленным для предотвращения оседания мелких частиц на фильтрующем устройстве, и в типовом варианте выполнения это достигается тем, что колпачок выполнен со скошенной верхней поверхностью, тем самым уменьшая площадь горизонтальной поверхности фильтрующего устройства. На практике предпочтение отдается колпачкам в форме

конуса или усеченного конуса с большими уклонами, так что мелкие частицы катализатора, которые большей частью осаждаются на верхней части колпачка, соскальзывают, рассеиваются в суспензии и не оседают на колпачке. Это уменьшает тенденцию твердых частиц катализатора оседать на верхней части фильтрующего устройства, преимуществом чего является уменьшение риска неконтролируемых экзотермических реакций между суспензией и локализованным накоплением катализатора на верхней части колпачков фильтрующего устройства.

Согласно следующему аспекту проблемы настоящее изобретение предусматривает метод удаления фильтра из реактора, метод, который включает в себя стадии обеспечения сообщения кожуха фильтра с реактором через отверстие, втягивания фильтра из реактора через отверстие в кожух фильтра и герметического закрытия отверстия между реактором и кожухом.

В типовом варианте выполнения фильтр удаляется из кожуха после того, как отверстие герметично закрывается, с целью поддержания в реакторе неизменного давления. Для осуществления замены втянутого фильтра новым фильтром, по желанию, до открытия отверстия в реактор в кожухе может поддерживаться повышенное давление, соответствующее величине внутреннего давления в реакторе.

Существует возможность замены фильтров без необходимости остановки реактора, особенно когда в одном реакторе имеется несколько фильтрующих систем, например 2-16, а главным образом 4-12, и общая фильтрующая способность всех фильтрующих систем превышает требуемую условиями производства фильтрующую способность. Принимая во внимание избыточную установленную фильтрующую способность, один или даже более фильтров можно удалить или заменить новыми и/или восстановленными фильтрами. Для промышленных реакторов Фишера-Тропша, принимая во внимание их большую производительность - а такие реакторы имеют производственную мощность в размере 10.000-20.000 баррелей в день, - особенно явным преимуществом является возможность продолжать производство углеводородов из синтетического газа перед необходимостью остановки реактора, сбрасывания в реакторе давления и последующего возобновления химического процесса (гидрогенизации окиси углерода).

В предпочтительном варианте выполнения замена фильтра осуществляется нагнетанием давления в кожухе фильтра до сравнения с уровнем давления в реакторе и охлаждением реактора до 100°C, соответственно на 25-75°C, а затем открытием отверстия между кожухом и реактором, втягиванием фильтра из реактора через это отверстие в кожух фильтра и герметичным закрытием отверстия между реактором и кожухом с последующим разогревом реактора до 100°C соответственно на 25-75°C, и продолжением процесса. Предпочтительно уменьшить количество газа, которое вводится в реактор, на 50%, а еще лучше на 75%. Синтетический газ можно частично или полностью заменить азотом.

Согласно другому предпочтительному варианту выполнения замена фильтра осуществляется нагнетанием давления в кожухе фильтра до сравнения с уровнем давления в реакторе с последующим открытием отверстия между кожухом и реактором, втягиванием фильтра из реактора через это отверстие в кожух фильтра и герметичным закрытием отверстия между реактором и кожухом. В этом предпочтительном варианте выполнения процесс синтеза углеводорода продолжается при тех же температуре и давлении, что и до замены фильтра. Соответствующим образом реакция продолжает осуществляться при производительности на уровне, по меньшей мере, 25% от обычной нормы производительности, а более предпочтительно

на уровне, по меньшей мере, 50% от обычной нормы производительности.

При этом понимается, что после закрытия отверстия между кожухом и реактором фильтр может быть удален из кожуха с помощью сброса давления в кожухе с последующим открытием кожуха, предпочтительно в верхней части кожуха, и удалением фильтра из кожуха.

Таким же образом, как описано выше, но в обратном порядке новый или восстановленный фильтр может быть введен в реактор. Те же предпочтительные варианты выполнения, которые описаны выше, также применяются для введения нового или восстановленного фильтра. Перед нагнетанием давления в кожухе этот кожух очищается инертным газом, например азотом. Нагнетание давления может осуществляться посредством инертного газа, например азота, и/или газом, получаемым при синтезе углеводорода.

Чтобы не ограничиваться рамками отдельного варианта выполнения, настоящее изобретение описывается далее более подробно со ссылками на чертежи, в которых:

Фиг.1 - вид сбоку на общую схему реактора, оснащенного фильтрующей системой; фиг.2 - горизонтальная проекция реактора согласно фиг.1, где представлено расположение фильтров вокруг трубчатого сооружения реактора согласно фигуре 1; фиг.3 - вид сбоку на фильтрующую систему реактора согласно фигуре 1; фиг.4 - вид сбоку, где представлена детализация фильтрующего модуля; и фиг.5 - поперечный разрез фильтрующего модуля.

На фиг.1 реактор 20 имеет внешнюю оболочку 21, определяющую границы отсека, в который подаются реагенты. Реактор в этом варианте выполнения обычно используется для осуществления трехфазных реакций в каталитической суспензии, таких как, например, реакции типа Фишера-Тропша.

Поскольку реакция Фишера-Тропша является экзотермической, в реакторе 20 размещается некоторое количество охлаждающих модулей 1 для подачи холодильного агента и его циркуляции в циркулирующей системе охлаждающих труб внутри оболочки реактора 21. Тепло от каталитической суспензии, окружающей охлаждающие модули 1, передается к холодильному агенту по мере того, как он проходит через циркулирующую систему модуля. Подходящие холодильные агенты должны быть известны лицам, имеющим опыт в этой технологии; к ним, например, относится вода/пар или холодильные агенты на основе масел.

Реагенты жидкой фазы и твердые частицы катализатора подаются в отсек реактора из подводящих труб (не показаны), а реагенты газообразной фазы подаются в основании реактора. Пузырьки газа поднимаются в жидкую фазу и взаимодействуют с твердыми частицами катализатора в жидкой фазе с целью формирования продуктов реакции, которые удаляются из реактора. Продукты газообразной фазы в типовом варианте выполнения удаляются с помощью циклонных уловителей (не показаны), а фракции легких парафинов, которые покидают реактор в газообразной фазе, могут быть возвращены обратно с помощью охлаждения/конденсации. Более тяжелые фракции, которые в значительной степени состоят из жидких парафинов, содержащих ценные длинноцепочечные углеводороды, отделяются от суспензии посредством фильтрации перед тем, как подаваться для дальнейшего технологического процесса.

Фильтрующая система включает в себя некоторое количество фильтрующих модулей 30 (схематично представлены на фиг.2), которые в типовом варианте выполнения расположены вокруг плотно размещенных охлаждающих модулей 1, предпочтительно вокруг периметра расстановки охлаждающих модулей 1-8 фильтрующих модулей 30 представлены на фиг.1 варианта выполнения, но количество

используемых фильтрующих модулей может варьироваться в зависимости от обстоятельств. Благоприятное количество фильтрующих модулей 30 в типовом варианте выполнения - 2-20, в предпочтительном варианте - 4-10. В предпочтительном варианте выполнения фильтры используются вертикально расположенными парами, то есть один фильтр располагается непосредственно над другим фильтром. При таком расположении может быть использован относительно небольшой кожух.

Тип выбранного фильтра не является решающим фактором для настоящего изобретения, но в этом варианте выполнения каждый фильтрующий модуль 30 включает в себя пару фильтрующих связок 31, изготовленных из плетеной сетки из нержавеющей стали. Пригодной конфигурацией является конструкция слоистого типа, получаемая спеканием слоев, и из получаемого в результате материала затем формируются фильтрующие трубки 32 с наружным диаметром 40 мм и длиной 4 м, 50-60 из которых располагаются в каждой фильтрующей узле 31 вокруг центрального отводного трубопровода 33. Каждый фильтрующий модуль 30 может включать в себя одну или более фильтрующих связок 31, соединенных в ряд или параллельно общему отводному трубопроводу 33. Один фильтрующий модуль 30 представлен на чертежах.

Отводной трубопровод 33 переносит отфильтрованные парафиновые продукты через выпускное отверстие реактора для дальнейшего технологического процесса и при желании поддерживает вес фильтрующего модуля, пока тот подвешен в реакторе.

Отводной трубопровод 33 проходит без соприкосновения через фланцевое отверстие 35 в верхней поверхности реактора 20 и через кожух фильтра 38, прикрепленный к этому фланцевому отверстию 35. Отводной трубопровод 33 проходит без соприкосновения через ирисовый сальник в верхней части кожуха фильтра 38. Кожух фильтра 38 располагается непосредственно над фланцевым отверстием и соединяется с фланцем с помощью клапана 39, который может закрываться для изоляции отверстия и таким образом изолировать реактор 20 от кожуха фильтра 38. Отфильтрованные продукты, проходящие по отводному трубопроводу 33, передаются в последующее технологическое оборудование Р.

Кожух фильтра 38 выполнен в форме длинного цилиндра, несколько длиннее и шире, чем фильтрующие модули 30, так что одиночный фильтрующий модуль 30 может войти в кожух 38, не загораясь собой последующее уплотнение клапана 39.

В рабочем состоянии фильтрующие модули 30 висят под отверстием 35 и свешиваются с выводных строп 33 в верхней части реактора, погруженные в суспензию, как показано на правой части фиг.1. При нормальном течении процесса слой катализатора постепенно накапливается на поверхности фильтрующих модулей, что способствует процессу фильтрации по мере того, как парафин отделяется через поры в слое катализатора. Интенсивность потока парафина через отводной трубопровод 33 контролируется посредством создания и регулирования перепада давлений на концах фильтрующего модуля 30. Можно добиться непрерывной фильтрации при различной интенсивности потока с использованием соответствующих перепадов давления, но те, кто имеет опыт в этой технологии, понимают, что интенсивность потока и перепады давления могут варьироваться в зависимости от типа фильтра, площади поверхности, вязкости жидкостей и различных других характеристик системы.

Расположение фильтрующих модулей 30 в верхней части суспензионной зоны в этом предпочтительном варианте выполнения предоставляет различные преимущества. Примечательно, что локальная концентрация катализатора в верхней части суспензионной зоны меньше, чем в нижней части реактора, вследствие

тенденции частиц катализатора оседать в суспензии под действием силы тяжести. Это сокращение количества твердых частиц в зоне нахождения фильтрующих модулей 30 уменьшает их тенденцию к засорению и увеличивает срок их полезного использования. Кроме того, фильтрующие модули 30 будут вытеснять охлаждающие модули из пространства реактора, где существует риск неконтролируемых реакций, имеющих место рядом с фильтрующими модулями 30. Поэтому является практичным помещать фильтрующие модули 30 в область суспензионной зоны, где течение реакций может ограничиваться естественным образом уменьшенной концентрацией частиц катализатора. Кроме того, помещение фильтрующих модулей 30 в верхней части суспензионной зоны минимизирует необходимую длину фильтрующих модулей и отводящего трубопровода 33 или подъемного устройства, тем самым облегчая управление фильтрующими модулями 30 во время переналадок.

Когда фильтрующий модуль 30 засоряется или повреждается, или когда интенсивность фильтрации падает, перепад давлений на концах модуля 30 может быть изменен в противоположную сторону, чтобы под напором направить парафины или моющие жидкости обратно в фильтр и прочистить засорение. Эту операцию можно проводить регулярно как часть обычной техники эксплуатации, что может улучшить фильтрующую способность данного модуля, но в какой-то момент потребуется удалить фильтрующий модуль 30 из реактора для восстановления или замены.

Когда требуется удалить фильтрующий модуль, впрыскивание газа в реактор, по усмотрению, прерывается, перепад давлений на концах модуля 30 снимается или уменьшается, а отводной трубопровод 33 извлекается через ирисовый сальник в верхней части кожуха фильтра 38, чтобы втянуть фильтрующий модуль 30 через отверстие в верхней части реактора 20 в кожух фильтра 38, как показано на левой части фиг.1. К этому моменту давление в кожухе фильтра 38 выравнивается с давлением в реакторе. Когда фильтрующий модуль 30 полностью находится внутри кожуха 38, клапан 35 закрывается, чтобы плотно перекрыть отверстие и изолировать кожух фильтра 38 от реактора 20. К этому моменту можно полностью извлечь кожух фильтра 38 из фланцевого отверстия в верхней части реактора и удалить из него фильтрующий модуль 30. В другом варианте выполнения можно оставить кожух 38 прикрепленным к реактору и извлечь фильтрующий модуль через отверстие (не показано) в торцевой или боковой стенке кожуха 38. Затем поврежденный фильтрующий модуль 30 может быть восстановлен, и замененный или восстановленный фильтрующий модуль 30 можно поместить внутри кожуха 38, при этом клапан 35 следует держать еще в закрытом положении для того, чтобы изолировать реактор 20 от кожуха 38. Когда замененный фильтрующий модуль 30 встанет на свое место в кожухе 38, а кожух будет прикреплен к фланцу, можно повысить давление в кожухе 38 до уровня давления в реакторе, клапан 35 можно опять открыть, а замененный фильтрующий модуль можно опустить в суспензионную зону, как показано на правой части фиг.1.

Это позволяет осуществлять смену фильтрующих элементов для восстановления или замены поврежденных или засоренных фильтров без сбрасывания давления или охлаждения реактора 20. Временная приостановка впрыскивания газа является предпочтительным (хотя и не определяющим) условием, и восстановление парафинов может продолжаться при определенных обстоятельствах с помощью оставшихся фильтров. Таким образом, программа поочередной замены фильтров может осуществляться без нарушения режима производства.

В некоторых предпочтительных вариантах выполнения через единственное

отверстие 35 может проходить несколько отводящих трубопроводов для обслуживания более одного фильтрующего модуля 38 на отверстие.

При некоторых обстоятельствах неподвижные фильтры также могут быть включены в реактор, обычно в местах, расположенных в суспензионной зоне под съемным фильтрующим модулем 30.

Фильтрующий узел 31 в каждом модуле 30 в типовых вариантах выполнения имеет колпачок конической формы 31 с большим уклоном для уменьшения тенденции частиц катализатора осаждаться на верхней части фильтрующего узла 31.

При определенных обстоятельствах может использоваться внешняя дублирующая фильтрующая система для отведения продуктов, протекающих через отводной трубопровод 33, во внешний фильтрующий контур и обратно, в технологическое оборудование P.

Модификации и усовершенствования можно вводить, не отклоняясь от цели настоящего изобретения. Например, средний размер частиц катализатора может варьироваться в широких пределах в зависимости, в числе прочего, от типа режима суспензионной зоны. В типовых вариантах выполнения средний размер частиц может колебаться в пределах от 1 микрона до 2 мм, в предпочтительных вариантах - от 1 микрона до 1 мм.

Если средний размер частиц больше 100 микрон и частицы не поддерживаются в состоянии суспензии механическим приспособлением, то такой режим суспензионной зоны в большинстве случаев относят к режиму с барботируемым слоем катализатора. В предпочтительном варианте в режиме с барботируемым слоем катализатора средний размер частиц не превышает 600 микрон, в более предпочтительном варианте он варьируется в диапазоне от 100 до 400 микрон. Следует принимать во внимание, что, в общем, чем больше размер частицы, тем меньше риск того, что эта частица ускользнет из суспензионной зоны в зону над уровнем суспензии. Таким образом, если применяется режим с барботируемым слоем катализатора, то первоначально мелкие фракции частиц катализатора ускользнут в зону над уровнем суспензии.

Если средний размер частиц не превышает 100 микрон, и частицы не поддерживаются в состоянии суспензии механическим приспособлением, то такой режим суспензионной зоны в большинстве случаев относят к режиму суспензионной фазы. Предпочтительным является то, что в режиме суспензионной фазы средний размер частиц превышает 5 микрон, более предпочтительным является его колебание в диапазоне от 10 до 75 микрон.

Если частицы не поддерживаются в состоянии суспензии механическим приспособлением, то такой режим суспензионной зоны в большинстве случаев относят к режиму резервуара с мешалкой. Следует принимать во внимание, что, в принципе, можно применять любой средний размер частиц в рамках упомянутых выше пределов колебания. Предпочтительным является то, что средний размер частиц поддерживается в пределах от 1 до 200 микрон.

Концентрация присутствующих в суспензии частиц катализатора может колебаться в пределах от 5 до 45% по объему, предпочтительно в пределах от 10 до 35% по объему. Может возникнуть желание дополнительно добавить в катализаторную суспензию другие частицы, как изложено, например, в Европейской публикации патентных заявок №0450859. Общая концентрация твердых частиц в катализаторной суспензии в типовых вариантах выполнения не превышает 50% по объему, в предпочтительных вариантах - не превышает 45% по объему. Для улучшения рассеивания катализатора можно использовать одну или более отсасывающие трубы.

Пригодные жидкости катализаторной суспензии известны тем, кто имеет опыт в этой технологии. В типовых вариантах выполнения, по меньшей мере, часть жидкости катализаторной суспензии является продуктом экзотермической реакции. В предпочтительных вариантах выполнения жидкость катализаторной суспензии в значительной степени полностью является продуктом реакции.

Экзотермической реакцией является реакция, которая осуществляется в присутствии твердого катализатора и которую можно проводить в трехфазном суспензионном реакторе. В типовых вариантах выполнения, по меньшей мере, один из реагентов экзотермической реакции является газообразным. К примерам экзотермических реакций относятся реакции гидрогенизации, гидроформилирование, синтез алканола, приготовление ароматических уретанов с использованием окиси углерода, синтез Кельбеля-Энгерхарта, синтез полиолефина и синтез Фишера-Тропша. В соответствии с предпочтительным вариантом выполнения настоящего изобретения экзотермической реакцией является реакция синтеза Фишера-Тропша.

Синтез Фишера-Тропша хорошо известен тем, кто имеет опыт в этой технологии; он включает в себя синтез углеводородов из газообразной смеси водорода и окиси углерода посредством контактирования этой смеси в условиях реакции с катализатором Фишера-Тропша.

Продукты синтеза Фишера-Тропша могут варьироваться от метана до тяжелых парафинов. Предпочтительным является то, что производство метана сводится к минимуму, а значительная часть производимых углеводородов имеет длину углеродной цепочки, по меньшей мере, из 5 атомов углерода. В предпочтительном варианте выполнения количество C_5 + углеводород составляет, по меньшей мере, 60 вес.% от общего продукта, в более предпочтительном варианте, по меньшей мере, 70 вес.%, в еще более предпочтительном варианте, по меньшей мере, 80 вес.%, и в самом предпочтительном варианте, по меньшей мере, 85 вес.%.

Катализаторы Фишера-Тропша в этой технологии известны, и в типовых вариантах выполнения они содержат металлический компонент группы VIII, предпочтительно кобальт, железо и/или рутений, более предпочтительно кобальт. В типовых вариантах выполнения катализаторы содержат носитель катализатора. В предпочтительных вариантах носитель катализатора пористый, например пористый неорганический жаростойкий окисел, в более предпочтительных вариантах это оксид алюминия, диоксид кремния, двуокись титана, двуокись циркония или приготовленные из них смеси.

Оптимальное количество каталитически активного металла, присутствующего в носителе, зависит, в частности, от конкретного каталитически активного металла. В типовых вариантах выполнения количество кобальта, присутствующего в катализаторе, может варьироваться от 1 до 100 весовых частей на 100 весовых частей материала носителя, в предпочтительных вариантах - от 10 до 50 весовых частей на 100 весовых частей материала носителя.

Каталитически активный металл может присутствовать в катализаторе вместе с одним или более промоторами металла или совместно действующими катализаторами. Промоторы могут присутствовать в виде металлов или окислов металла, в зависимости от конкретного задействованного промотора. К пригодным промоторам относятся окислы металлов из групп IIА, IIIВ, IVВ, VВ, VIВ и/или VIIВ периодической системы химических элементов Менделеева и окислы лантаноидов и/или актинидов. Предпочтительным является то, что катализатор содержит, по меньшей мере, по одному из элементов групп IVВ, VВ и/или VIIВ периодической

системы химических элементов, в частности титан, цирконий, марганец и/или ванадий. В другом варианте в добавление к промотору окисла металла катализатор может содержать промотор металла, выбранный из групп VIIВ и/или VIII периодической системы химических элементов. К предпочтительным промоторам металла относятся рений, платина и палладий.

Наиболее подходящий катализатор содержит кобальт в качестве каталитически активного металла и цирконий в качестве промотора. Другой наиболее подходящий катализатор содержит кобальт в качестве каталитически активного металла и марганец и/или ванадий в качестве промотора.

Если промотор добавляется в катализатор, то в типовых вариантах он присутствует в количестве от 0.1 до 60 весовых частей на 100 весовых частей материала носителя. Тем не менее следует принимать во внимание, что оптимальное количество промотора может варьироваться в зависимости от соответствующих элементов, действующих в качестве промоторов. Если катализатор содержит в качестве каталитически активного металла кобальт, а в качестве промотора марганец и/или ванадий, то благоприятным является атомное отношение кобальт:(марганец + ванадий), по меньшей мере, 12:1.

Синтез Фишера-Тропша осуществляется при температуре, варьирующейся в предпочтительном варианте от 125 до 350°C, в более предпочтительном варианте - от 175 до 275°C, в наиболее предпочтительном варианте - от 200 до 260°C. Давление в предпочтительном варианте варьируется от 5 до 150 абсолютных бар, а в более предпочтительном варианте - от 5 до 80 абсолютных бар.

В типовом варианте выполнения водород и оксид углерода (синтетический газ) подаются в трехфазный суспензионный реактор в молярном отношении, варьирующемся от 0.4 до 2.5. В предпочтительном варианте выполнения молярное отношение водорода к оксиду углерода варьируется от 1.0 до 2.5.

Среднечасовая скорость подачи газообразного продукта может варьироваться в широких пределах, и в типовом варианте выполнения она колеблется в диапазоне от 1500 до 10000 норм. л/ч, а в предпочтительном варианте выполнения - в диапазоне от 2500 до 75000 норм. л/ч.

В предпочтительном варианте синтез Фишера-Тропша осуществляется в режиме суспензионной фазы или в режиме с барботируемым слоем катализатора, в котором частицы катализатора поддерживаются во взвешенном состоянии быстрым восходящим вверх поверхностным газом и/или жидкостью.

Понятно, что квалифицированный специалист в состоянии выбрать наиболее подходящие условия для конкретной конфигурации реактора и режима реакции.

В предпочтительном варианте скорость поверхностного синтез-газа колеблется в диапазоне от 0.5 до 50 см/с, в более предпочтительном варианте - в диапазоне от 5 до 35 см/с.

В типовом варианте скорость поверхностной жидкости поддерживается в диапазоне от 0.001 до 4.00 см/с, включая выработку жидкости. Следует принимать во внимание, что предпочтительный диапазон может зависеть от предпочтительного режима работы.

В соответствии с одним предпочтительным вариантом выполнения, скорость поверхностной жидкости поддерживается в диапазоне от 0.005 до 1.0 см/с.

Настоящее изобретение предусматривает также способ обработки углеводородов в реакторе, в котором происходит реакция между оксидом углерода и водородом в присутствии катализатора и жидких углеводородов и затем извлекают образованные

жидкие углеводороды из реактора с помощью фильтрующей системы. При этом, предпочтительно использовать кобальтовый катализатор на инертном носителе. Дополнительно, осуществляют гидрообработку образованных жидких углеводородов, которая представляет собой гидрогенизацию, гидроизомеризацию и/или гидрокрекинг. Полученный после гидрообработки продукт подвергают дистилляции.

Формула изобретения

1. Фильтрующая система для использования в реакторе, содержащая фильтрующее устройство для отделения жидкости от смеси твердых частиц и жидкости и кожух фильтра, приспособленный для присоединения к реактору и предназначенный для вмещения в себя фильтрующего устройства путем втягивания в кожух.

2. Фильтрующая система по п.1, в которой фильтрующее устройство втягивается через отверстие в реакторе.

3. Фильтрующая система по п.1 или 2, в которой кожух является съемным и присоединяется к отверстию.

4. Фильтрующая система по п.1, в которой фильтрующее устройство имеет отводной трубопровод для освобождения фильтрующего устройства от фильтрата.

5. Фильтрующая система по п.1, в которой фильтрующее устройство втягивается в кожух через отводной трубопровод.

6. Фильтрующая система по п.1, в которой кожух имеет отверстие для извлечения из него фильтрующего устройства.

7. Фильтрующая система по п.1, в которой кожух имеет, по меньшей мере, одно изолирующее устройство для изоляции кожуха от реактора.

8. Фильтрующая система по п.1, в которой фильтрующее устройство имеет колпачок, предназначенный для предотвращения осаждения мелких частиц на фильтрующем устройстве, в предпочтительном варианте выполнения фильтрующая система, в которой колпачок имеет наклонную верхнюю поверхность.

9. Способ извлечения фильтра из реактора, метод, который включает в себя стадии обеспечения сообщения кожуха фильтра с реактором через отверстие, втягивания фильтра из реактора через отверстие в кожух фильтра и герметического закрытия отверстия между реактором и кожухом.

10. Способ по п.9, в котором фильтр извлекается из кожуха после герметичного закрытия отверстия.

11. Способ по п.9 или 10, в котором в кожухе до открытия отверстия в реактор нагнетается давление до соответствия величине внутреннего давления в реакторе.

12. Реактор, снабженный одной или более фильтрующей системой, заявленной по любому из пп.1-8.

13. Способ обработки углеводородов в реакторе, в котором происходит реакция между оксидом углерода и водородом в присутствии катализатора и в присутствии жидких углеводородов, и затем извлекают образованные жидкие углеводороды из реактора с помощью фильтрующей системы, заявленной по любому из пп.1-9.

14. Способ по п.13, в котором катализатор представляет собой кобальтовый катализатор на инертном носителе.

15. Способ по п.13 или 14, в котором дополнительно осуществляют гидрообработку образованных жидких углеводородов, которая представляет собой гидрогенизацию, гидроизомеризацию и/или гидрокрекинг.

16. Способ по п.15, в котором полученный после гидрообработки продукт

дополнительно подвергают дистилляции.

5

10

15

20

25

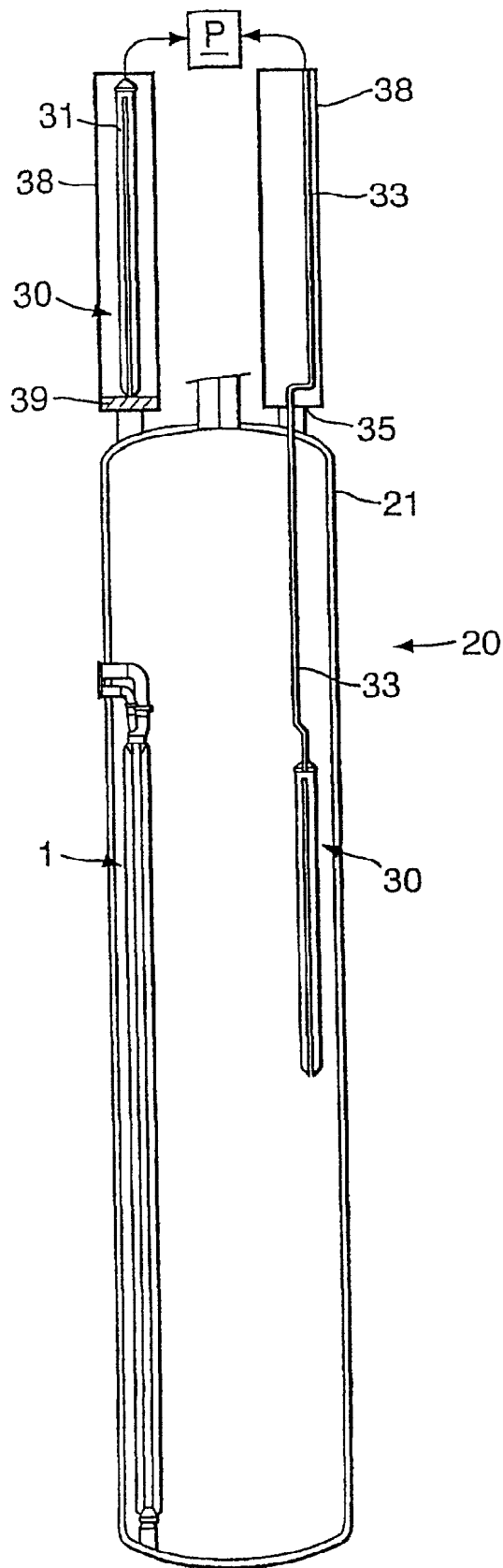
30

35

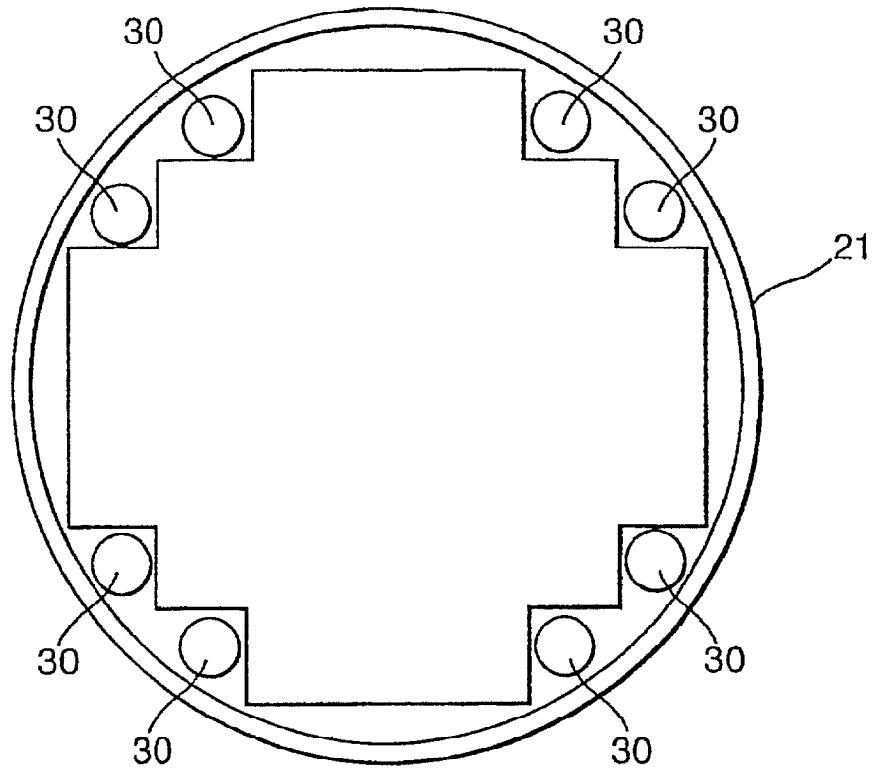
40

45

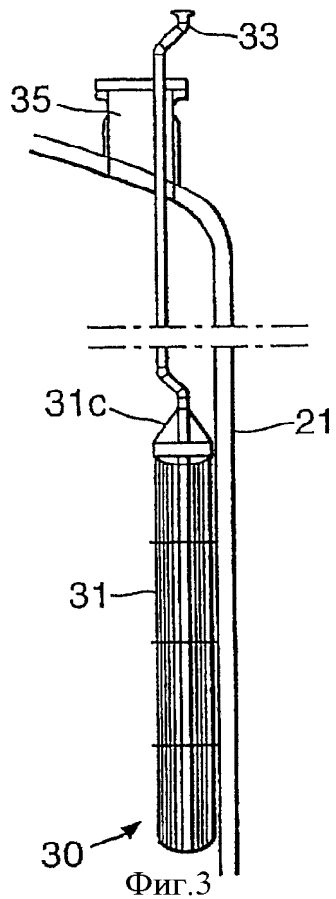
50



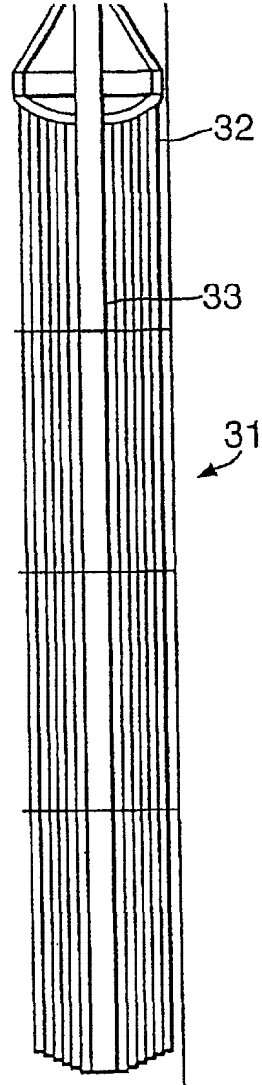
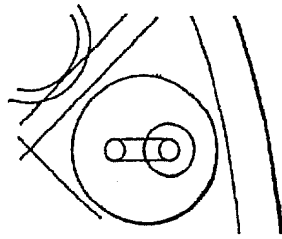
Фиг. 1



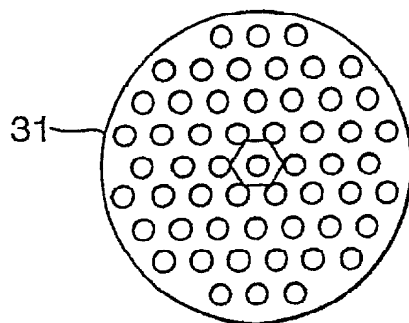
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг.4



Фиг.5