

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039268**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.12.24

(51) Int. Cl. **B01J 8/18** (2006.01)
B01J 4/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202090252

(22) Дата подачи заявки
2015.03.24

**(54) КОНСТРУКЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ СЫРЬЯ ДЛЯ РЕАКТОРА
АММОКСИДИРОВАНИЯ**

(31) 201410124901.1

(56) US-A-5256810
WO-A1-2013166077
EP-A1-1310294
US-A-4698211
WO-A1-2008017817

(32) 2014.03.31

(33) CN

(43) 2020.05.31

(62) 201691865; 2015.03.24

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ИНЕОС ЮРОП АГ (CN)

(72) Изобретатель:
**Макдонел Тимоти Роберт, Коач
Джей Роберт, Вагнер Дэвид Рудольф,
Вачтендорф Пол Тригг, Трэверс Томас
Джордж (US)**

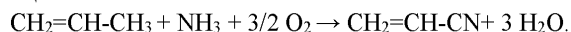
(74) Представитель:
**Парамонова К.В., Глухарёва
А.О., Лыу Т.Н., Угрюмов В.М.,
Строкова О.В., Христофоров А.А.,
Гизатуллина Е.М., Гизатуллин Ш.Ф.,
Костюшенкова М.Ю., Лебедев В.В.
(RU)**

(57) Замена различных секций распределителя сырья, используемого в промышленном реакторе аммоксидирования, облегчается путем использования газонепроницаемых быстроразъемных фитингов для прикрепления различных секций разбрызгивателя друг к другу, а также к стенке реактора. Кроме того, диаметры отходящих патрубков в этих секциях распределителя, а также диаметры питающих форсунок, присоединенных к этим отходящим патрубкам, изменяются для обеспечения равномерного потока сырьевого газа через эти компоненты. Распределитель можно подразделять на множество секций распределителя сырья, приспособленных для лучшего контроля реактора. Наконец, торцевые заглушки, ограничивающие дальние концы отходящих патрубков распределителя, можно обеспечивать форсунками для удаления любого катализатора аммоксидирования, который мог случайно достичь внутренней части распределителя.

B1**039268****039268****B1**

Уровень техники

При промышленном производстве акрилонитрила пропилен, аммиак и кислород реагируют вместе согласно следующей схеме реакции:



Этот способ, который обычно называют аммоксидированием, проводят в газовой фазе при повышенной температуре в присутствии подходящего псевдооживленного катализатора аммоксидирования.

На фиг. 1 показан обычный реактор аммоксидирования, используемый для проведения данного способа. Как здесь показано, реактор 10 содержит стенку 12 реактора, вентиляционную решетку 14, распределитель 16 сырья, змеевики 18 охлаждения и циклоны 20. При нормальной работе технологический воздух подают в реактор 10 через впускной патрубок 22 для воздуха, тогда как смесь пропилена и аммиака подают в реактор 10 через распределитель 16 сырья. Расходы для обоих потоков достаточно высоки для псевдооживления слоя 24 катализатора аммоксидирования во внутреннем пространстве реактора, где происходит каталитическое аммоксидирование пропилена и аммиака в акрилонитрил.

Продукционные газы, получаемые при реакции, выходят из реактора 10 через выпускной патрубок 26 для выходящего потока реактора. Перед осуществлением этого они проходят через циклоны 20, в которых удаляют любое количество катализатора аммоксидирования, которое эти газы могли захватить, для возврата в слой 24 катализатора при помощи погружных труб 25. Аммоксидирование является сильно экзотермическим процессом, и поэтому змеевики 18 охлаждения используют для отвода избытка тепла и, таким образом, поддержания температуры реакции на соответствующем уровне.

Пропилен и аммиак могут образовывать взрывоопасные смеси с кислородом. Однако при нормальных рабочих температурах взрывы предотвращаются внутри реактора 10 при помощи псевдооживленного катализатора аммонификации, который предпочтительно катализирует реакцию аммоксидирования перед тем, как взрыв может произойти. Следовательно, реактор 10 разработан и работает так, что единственное место, где технологическому воздуху позволяют контактировать с пропиленом и аммиаком при нормальной работе, находится в псевдооживленном слое катализатора 24 аммоксидирования, и только когда температура катализатора высока достаточно для осуществления катализа реакции аммоксидирования.

Для данной цели в традиционном способе, при помощи которого пропилен и аммиак подают в реактор 10, используют систему 16 распределителя сырья, такую как показана в документе U.S. 5256810, раскрытие которого включено в настоящий документ ссылкой. Как показано на фиг. 1 и 2 патента '810, которые воспроизведены на фиг. 2 и 3 настоящего документа, распределитель 16 сырья принимает вид ряда питающих трубопроводов или патрубков, включая основной коллектор 30 и отходящие патрубки 32, присоединенные к коллектору 30 и ответвляющиеся от него. Система направленных вниз питающих форсунок 34 определена в коллекторе 30 и отходящих патрубках 34, через которые смесь пропилена и аммиака подается при нормальной работе реактора. Количество и расстояния между отходящими патрубками 32 и питающими форсунками 34 являются такими, что в установке приблизительно 10-30 питающих форсунок на квадратный метр расположены приблизительно равномерно по всей площади поперечного сечения реактора 10.

Обычно каждая питающая форсунка 34 окружена питающими насадками 36, которые принимают вид короткой секции патрубка с внутренним диаметром в несколько раз больше, чем диаметр форсунки 34. Питающие насадки 34 обеспечивают значительное снижение скорости газа, выходящего из форсунок 10, перед выходом в слой 24 катализатора, что предотвращает разрушение катализатора, которое может происходить в ином случае.

Технологический воздух обычно входит в слой 24 катализатора (фиг. 1) после прохождения через вентиляционную решетку 14, которая расположена ниже распределителя 16 сырья. Хорошо известно, что вентиляционная решетка 14 обычно принимает вид сплошного металлического листа, на котором находится ряд отверстий и форсунок для воздуха. Диаметр форсунок для воздуха, массовый расход технологического воздуха, проходящего через вентиляционную решетку 14, и массовый расход смеси пропилена/аммиака, проходящей через распределитель 16 сырья, выбирают так, чтобы катализатор аммоксидирования в слое 24 катализатора был полностью оживлен этими газами при нормальной работе.

Форсунки для воздуха обычно обеспечивают собственными защитными питающими насадками (не показаны), которые обычно расположены ниже вентиляционной решетки 14. Кроме того, во многих случаях питающие форсунки 34 обеспечивают во взаимно-однозначном соответствии с форсунками для воздуха в вентиляционной решетке 14, причем каждая питающая насадка 36 направлена непосредственно на ее соответствующую форсунку для воздуха для активации быстрого и полного смешения газов, выходящих из этих двух различных форсунок. Смотрите документ US 4801731.

Хотя системы подачи пропилена/аммиака этого общего типа работают хорошо, они имеют некоторые недостатки. Например, из-за постоянного воздействия аммиака при высокой температуре металл, образующий распределитель 16 сырья, подвергается со временем азотированию. В результате отдельные секции распределителя 16 сырья, а иногда весь распределитель сырья, необходимо заменять время от времени. Это может быть очень дорогостоящим, особенно когда реактор необходимо полностью останавливать при выполнении данных работ.

Вторая проблема, связанная с этим типом системы подачи пропилена/аммиака, представляет неравномерность работы. Это не только отрицательно влияет на производительность системы, но также способствует неравномерному азотированию, что также усиливает эту проблему.

Сущность изобретения

Согласно настоящему изобретению обеспечивается новая конструкция распределителя сырья, которая значительно уменьшает эти проблемы, а в некоторых случаях исключает их практически полностью.

Согласно одному признаку этой новой конструкции распределителя газонепроницаемый быстроразъемный фитинг используют для присоединения патрубка основного коллектора распределителя к стенке реактора, через которую проходит патрубок основного коллектора, или для соединения различных патрубков, образующих распределитель сырья, друг с другом, или для обеих целей. Как результат данного признака время и усилия, требуемые для замены некоторой части или всего распределителя сырья, когда это становится необходимым из-за избыточного азотирования, значительно снижаются.

Согласно другому признаку этой новой конструкции распределителя относительные диаметры питающих форсунок 34 несколько увеличиваются с увеличением пути от впускного патрубка распределителя сырья до каждой питающей форсунки. Как результат данного признака массовый расход содержащей аммиак сырьевой смеси, проходящей через каждую питающую форсунку, становится более однородным во всех питающих форсунках. Это, в свою очередь, приводит к более равномерной работе во всех областях внутри реактора, что облегчает максимизацию производительности. Этот признак также минимизирует движение катализатора в обратном направлении, т.е. загрязнение распределителя сырья катализатором при запуске, остановке и даже нормальной работе путем обеспечения все время надлежащего расхода газов через питающие форсунки распределителя.

Согласно дополнительному признаку этой новой конструкции распределителя диаметры отходящих патрубков 32 уменьшаются от их ближних концов к их дальним концам, т.е. от их концов, присоединенных к патрубку основного коллектора, к их концам, удаленным от патрубка основного коллектора. В результате данного признака скорость содержащей аммиак сырьевой смеси, протекающей через эти отходящие патрубки, поддерживается достаточно высокой по всей их длине и, в частности, на их дальних концах для выдувания любого катализатора аммоксидирования, который может находиться в них, в следующую питающую форсунку 34 для вывода из внутренней части отходящего патрубка через эту питающую форсунку.

Согласно еще одному признаку этой новой конструкции распределитель 16 сырья подразделен на множество секций распределителя сырья, каждая из которых имеет свой собственный впускной патрубок для приема содержащего аммиак сырья извне реактора. В результате данного признака можно достигать лучшего контроля реактора во всех областях, поскольку отдельную систему контроля можно использовать для наблюдения и контроля работы отдельно в каждой секции распределителя сырья.

Таким образом, настоящее изобретение согласно одному варианту осуществления обеспечивает улучшенный распределитель для использования при подаче содержащей аммиак сырьевой смеси извне реактора аммоксидирования, через стенку реактора и в псевдоожигенный слой катализатора аммоксидирования внутри реактора, причем улучшенный распределитель содержит патрубок основного коллектора, впускной патрубок распределителя, находящийся в связи посредством текучей среды с патрубком основного коллектора, причем впускной патрубок распределителя жестко закреплен на стенке реактора, и множество отходящих патрубков распределителя, находящихся в связи посредством текучей среды с патрубком основного коллектора распределителя, причем отходящие патрубки распределителя содержат питающие форсунки для подачи сырьевой смеси пропилена/аммиака в псевдоожигенный слой катализатора аммоксидирования, причем впускной патрубок распределителя жестко закреплен на стенке реактора посредством газонепроницаемого быстроразъемного фитинга.

Согласно другому варианту осуществления настоящее изобретение обеспечивает улучшенный распределитель для использования при подаче содержащей аммиак сырьевой смеси извне реактора аммоксидирования, через стенку реактора и в псевдоожигенный слой катализатора аммоксидирования внутри реактора, причем улучшенный распределитель содержит патрубок основного коллектора, впускной патрубок распределителя, находящийся в связи посредством текучей среды с патрубком основного коллектора, и множество отходящих патрубков распределителя, находящихся в связи посредством текучей среды с патрубком основного коллектора распределителя, причем отходящие патрубки распределителя содержат питающие форсунки для подачи содержащей аммиак сырьевой смеси в псевдоожигенный слой катализатора аммоксидирования, причем, по меньшей мере, некоторые отходящие патрубки распределителя присоединены к патрубку основного коллектора при помощи соответствующих газонепроницаемых быстроразъемных фитингов.

Согласно другому варианту осуществления настоящее изобретение обеспечивает улучшенный распределитель для использования при подаче содержащей аммиак сырьевой смеси извне реактора аммоксидирования, через стенку реактора и в псевдоожигенный слой катализатора аммоксидирования внутри реактора, причем улучшенный распределитель содержит патрубок основного коллектора, впускной патрубок распределителя, находящийся в связи посредством текучей среды с патрубком основного коллек-

тора, и множество отходящих патрубков распределителя, находящихся в связи посредством текучей среды с патрубком основного коллектора распределителя, причем каждый отходящий патрубок распределителя содержит питающие форсунки для подачи содержащей аммиак сырьевой смеси в псевдооживленный слой катализатора аммоксидирования, причем питающие форсунки имеют по меньшей мере два различных размера, при этом меньшие питающие форсунки расположены ближе к впускному патрубку распределителя, а большие форсунки расположены дальше от впускного патрубка распределителя, что определяется расстоянием, которое сырьевая смесь из пропилена/аммиака проходит через распределитель от впускного патрубка распределителя до каждой форсунки.

Согласно дополнительному варианту осуществления настоящее изобретение обеспечивает улучшенный распределитель для использования при подаче аммиачной сырьевой смеси извне реактора аммоксидирования, через стенку реактора и в псевдооживленные слои катализатора аммоксидирования внутри реактора, причем улучшенный распределитель содержит патрубок основного коллектора, впускной патрубок распределителя, находящийся в связи посредством текучей среды с патрубком основного коллектора, и множество отходящих патрубков распределителя, причем каждый отходящий патрубок распределителя имеет ближний конец, находящийся в связи посредством текучей среды с патрубком основного коллектора, и дальний конец, удаленный от патрубка основного коллектора, причем каждый отходящий патрубок распределителя дополнительно содержит питающие форсунки для подачи содержащей аммиак сырьевой смеси в псевдооживленный слой катализатора аммоксидирования, причем диаметры, по меньшей мере, некоторых отходящих патрубков распределителя уменьшаются от их ближних концов к их дальним концам.

Согласно еще одному варианту осуществления настоящее изобретение обеспечивает улучшенный распределитель для использования при подаче содержащей аммиак сырьевой смеси извне реактора аммоксидирования, через стенку реактора и в псевдооживленный слой катализатора аммоксидирования внутри реактора, причем улучшенный распределитель содержит патрубок основного коллектора, впускной патрубок распределителя, находящийся в связи посредством текучей среды с патрубком основного коллектора, и множество отходящих патрубков распределителя, находящихся в связи посредством текучей среды с патрубком основного коллектора распределителя, причем отходящие патрубки распределителя содержат питающие форсунки для подачи содержащей аммиак сырьевой смеси в псевдооживленный слой катализатора аммоксидирования, причем улучшенный распределитель состоит из множества секций распределителя сырья, расположенных внутри реактора, причем каждая секция распределителя сырья имеет свой собственный впускной патрубок распределителя для приема содержащего аммиак сырья извне реактора, свой собственный патрубок основного коллектора и свою собственную систему отходящих патрубков распределителя.

Краткое описание чертежей

Настоящее изобретение можно понять лучше со ссылкой на следующие графические материалы, на которых

фиг. 1 представляет собой схематический вид, показывающий секцию реактора обычного реактора аммоксидирования, используемого для получения акрилонитрила;

фиг. 2 представляет собой вид сверху, показывающий нижнюю сторону обычной системы распределителя реактора аммоксидирования фиг. 1;

фиг. 3 представляет собой поперечное сечение, взятое по линии 3-3 фиг. 2, на фиг. 3 показаны питающие форсунки и связанные питающие насадки обычной системы распределителя фиг. 2;

фиг. 4 представляет собой сечение, показывающее способ, которым патрубок основного коллектора распределителя сырья промышленного реактора аммоксидирования проходит и соединен с боковой стенкой реактора;

фиг. 5 представляет собой сечение, аналогичное фиг. 4, показывающее один признак настоящего изобретения, в котором патрубок основного коллектора распределителя сырья проходит и соединен с боковой стенкой реактора посредством газонепроницаемого быстроразъемного соединения;

фиг. 6 представляет собой вид сбоку газонепроницаемого быстроразъемного соединения фиг. 5;

фиг. 7 представляет собой поперечное сечение, аналогичное фиг. 2, показывающее другой признак настоящего изобретения, в котором отходящие патрубки распределителя соединены с патрубком основного коллектора распределителя посредством газонепроницаемых быстроразъемных соединений;

фиг. 8 представляет собой вид сверху, показывающий газонепроницаемые быстроразъемные соединения фиг. 7 более подробно;

фиг. 9А и 9В представляют собой виды сбоку в сечении отходящего патрубка распределителя, используемого согласно еще одному признаку настоящего изобретения, показывающие как диаметр этого отходящего патрубка уменьшается в зависимости от увеличения расстояния от патрубка коллектора распределителя;

фиг. 10А, 10В и 10С представляют собой поперечные сечения отходящего патрубка распределителя с фиг. 9, дополнительно показывая как диаметр этого отходящего патрубка снижается в зависимости от увеличения расстояния от патрубка коллектора распределителя;

фиг. 11А, 11В, 11С и 11D представляют собой вертикальное сечение торцевой заглушки отходяще-

го патрубка распределителя, используемой согласно еще одному признаку системы распределителя настоящего изобретения; и

фиг. 12 представляет собой вид сверху, показывающий еще один признак настоящего изобретения, в котором распределитель сырья реактора получения акрилонитрила подразделяют на множество секций распределителя сырья.

Подробное описание изобретения

Определения

При использовании в настоящем документе "связь посредством текучей среды" относится к соединению или патрубку, эффективному для обеспечения прохождения одной и той же текучей среды или пара из одной области в другую.

При использовании в настоящем документе "разъемно закреплен" относится к несварному соединению, которое обеспечивает разъединение деталей при помощи неразрушающих средств. Например, разъемное закрепление может относиться к болтам, анкерным болтам, соединенным болтами фланцам и их комбинациям.

При использовании в настоящем документе "содержащая аммиак сырьевая смесь" относится к смеси аммиака и насыщенных и/или ненасыщенных C_3 - C_4 -углеводородов. Насыщенные и/или ненасыщенные C_3 - C_4 -углеводороды могут включать пропан, пропилен, бутан, бутилен и их смеси.

Быстроразъемные соединения

Как указано выше, значительной проблемой, встречающейся при работе промышленного реактора получения акрилонитрила, является отказ распределителя сырья с течением времени из-за азотирования металла, из которого он сделан. Для решения данной проблемы уже было предложено получение распределителя из стойких к азотированию сплавов, таких как известные из документов US 3704690, US 4401153, US 5110584 и EP 0113524. К сожалению, это решение было неудачным для использования в промышленных реакторах получения акрилонитрила из-за некоторых проблем, которые присущи реакции каталитического аммоксидирования в псевдооживленном слое, а также по причинам стоимости.

Тем не менее, в документе US 5256810 описан способ практически исключения азотирования распределителя в промышленном реакторе получения акрилонитрила путем поддержания температуры аммиака внутри распределителя достаточной низкой для предотвращения возникновения азотирования посредством использования специально разработанной ткани для термоизоляции. Однако это решение также было неудовлетворительным из-за стоимости и сложной конструкции.

Согласно данному признаку настоящего изобретения эта проблема отказа распределителя с течением времени из-за азотирования металла решается путем внедрения конструкции распределителя, которая обеспечивает быструю и простую замену отдельных секций распределителя, а также всего распределителя целиком. Хотя все еще необходимо останавливать реактор получения акрилонитрила при выполнении данной замены, время которое занимает эта замена значительно короче, чем обычно на практике. В результате общая стоимость решения этой постоянной проблемы азотирования, как в отношении потери производственного времени, так и стоимости рабочей силы, значительно снижается.

На фиг. 4, 5 и 6 показан один признак настоящего изобретения, в котором данная проблема азотирования распределителя решается путем использования газонепроницаемого, быстроразъемного соединения для соединения впускного патрубка системы распределителя с наружной стенкой реактора аммоксидирования. Согласно конкретному варианту осуществления, показанному на этих фигурах, конец основного коллектора 30 непосредственно присоединен к стенке 40 реактора 10. В этой конструкции, таким образом, этот конец коллектора содержит впускной патрубок 31 секции 16 распределителя. В других конструкциях промежуточный трубопровод можно использовать для соединения впускного патрубка 31 распределителя с коллектором 30. Для удобства этот признак настоящего изобретения будет описан в отношении конструкции реактора, показанной на фиг. 4, 5 и 6. Однако будет понятно, что этот признак и его преимущества в той же мере применимы к другим конструкциям реакторов, таким как, например, в которых впускной патрубок 31 распределителя отделен от основного коллектора 30 промежуточным трубопроводом.

Как показано на фиг. 4, обычный способ присоединения впускного патрубка 31 распределителя 16 сырья к стенке 40 реактора 10 представляет сваривание. Следовательно, когда патрубок 30 основного коллектора необходимо заменять, следует использовать подход к ремонту с применением сварки, в котором часть стенки 40 реактора, непосредственно окружающую патрубок 30 основного коллектора, вырезают сваркой, отверстие в корпусе 12 реактора, образованное при этом, устраняют привариванием подходящей заплаты и новый патрубок 30 основного коллектора вставляют в отремонтированную стенку 40 реактора также свариванием. Это требует значительной работы на месте, а также дополнительных материалов, которые могут быть дорогими.

Согласно данному признаку настоящего изобретения этой проблемы избегают путем внедрения конструкции газонепроницаемого, быстроразъемного соединения для присоединения патрубка 30 основного трубопровода к стенке 40 реактора. Пример такого соединения показан на фиг. 5 и 6, на которых показан "смотровой люк" 42 в виде цилиндрического рукава 44, первая сторона которого газонепроницаемо приварена без возможности отсоединения по периметру 46 стационарного отверстия 48, образо-

ванного в стенке 40 реактора. Другая или вторая сторона цилиндрического рукава 44 имеет фланец 50, который определяет ряд сквозных отверстий для вставки болтов 52 в них. При этом воротник 54 в виде плоской круглой пластины газонепроницаемо приварен без возможности отсоединения к наружной части патрубка 30 основного коллектора. Кроме того, воротник 54 также определяет ряд сквозных отверстий 56, которые соответствуют сквозным отверстиям на фланце 50 смотрового люка 42.

При такой конструкции патрубок 30 основного коллектора можно съемно закреплять на стенке 40 реактора 10 газонепроницаемым образом просто путем соединения болтами воротника 54 патрубка 30 основного коллектора с фланцем 50 смотрового люка 42. Таким же образом патрубок 30 основного коллектора можно отсоединять от стенки 40 реактора просто путем отвинчивания болтов, соединяющих воротник 54 с фланцем 50. Следовательно, замена существующего основного коллектора 30, который стал непригодным из-за чрезмерного азотирования, можно осуществлять просто и легко путем простого процесса отвинчивания болтов и их повторного завинчивания. Из-за отсутствия необходимости в сварке на месте эта процедура замены намного проще и менее дорогостоящая при выполнении, чем подход к ремонту с применением сварки, который обычно проводят.

На фиг. 2, 7 и 8 показан другой признак настоящего изобретения, в котором газонепроницаемые, быстроразъемные соединения используют для решения проблемы азотирования отходящих патрубков распределителя. Как показано на фиг. 2, обычным способом, которым отходящие патрубки (или "отходящие трубопроводы") 32 присоединяют к патрубку 30 основного коллектора (или "коллектору"), является сварка. Следовательно, когда отдельные отходящие патрубки 32 необходимо заменять из-за чрезмерного азотирования, применяют подход к ремонту с применением сварки, при котором старый отходящий патрубок отсоединяют от патрубка 30 основного коллектора сваркой или другими подходящими техниками резки и новый отходящий патрубок присоединяют к патрубку 30 основного коллектора сваркой. Это также требует значительного количества работ на месте, что является дорогостоящим.

Согласно данному признаку настоящего изобретения этой проблемы избегают путем внедрения конструкции газонепроницаемого, быстроразъемного соединения для присоединения каждого отходящего патрубка 32 к патрубку 30 основного коллектора. Это показано на фиг. 7 и 8, на которых показаны газонепроницаемые, быстроразъемные соединения 60, используемые для соединения каждого отходящего патрубка 32 с патрубком 30 основного коллектора системы 16 распределителя. Хотя эти фигуры показывают, что каждый отходящий патрубок непосредственно соединен с патрубком 30 основного коллектора, будет понятно, что один или несколько из этих отходящих патрубков можно косвенно соединять с патрубком 30 основного коллектора, например, посредством промежуточного трубопровода (не показан).

Газонепроницаемые, быстроразъемные соединения 60 представляют соединения, в которых сопрягающиеся детали, т.е. детали, которые соединяют вместе при получении соединения и которые расстаиваются, когда соединение разъединяют, специально разработаны для соединения друг с другом только механическими средствами, т.е. без сваривания или приклеивания. Газонепроницаемые, быстроразъемные соединения также разработаны для сохранения герметичности при высоких температурных условиях, таких как встречающиеся при нормальной работе обычного промышленного реактора аммоксидирования, а также при циклическом изменении температуры, которое происходит, когда такой реактор запускают и останавливают. Пример коммерчески доступного соединения, которое подходит для данной цели, представляет хомутные соединения с металлическим контактом для уплотнения отверстия Grayloc, доступные от Grayloc Products из Хьюстона, Техас. Другой пример коммерчески доступного соединения, которое подходит для данной цели, представляет хомутное соединение Techlok, доступное от векторной группы компании Freudenberg Oil & Gas Technologies из Хьюстона, Техас. Еще один пример коммерчески доступного соединения, которое подходит для данной цели, представляет хомутное соединение G-Lok®, доступное от Australasian Fittings & Flanges из Осборн Парка, Западная Австралия, Австралия. Обычные фланцевые соединения менее желательны для данного использования, поскольку они склонны к утечкам вследствие циклического изменения температуры при работе реактора.

На фиг. 8 показана конструкция обычного газонепроницаемого, быстроразъемного соединения 60, включая способ, которым оно соединяет отходящий патрубок 32 с патрубком 30 основного коллектора. Как здесь показано, соединение 60 образовано из зажимного устройства 62, которое принимает и удерживает вместе втулки 64 и 66, которые находятся на наружных концах 68 и 70 отходящего патрубка 32 и выступа 72 основного коллектора. При закреплении на месте болтами 73 зажимное устройство 62 обеспечивает закрепление металлического уплотнительного кольца (не показано) между и в герметичном зацеплении с втулками 64 и 66, при этом образуя газонепроницаемое уплотнение между отходящим патрубком 32 и коллектором 30.

Путем использования газонепроницаемых, быстроразъемных соединений 60 каждый отходящий патрубок 32 можно закреплять на патрубке 30 основного коллектора и удалять с него просто завинчиванием или развинчиванием болтов зажимного устройства 62. Следовательно, замену существующего отходящего патрубка 32, который стал непригодным из-за чрезмерного азотирования, можно осуществлять просто и легко путем простого способа отвинчивания болтов и их повторного завинчивания. Из-за отсутствия необходимости в сварке на месте эта процедура замены намного проще и менее дорогостоящая при

выполнении, чем подход к ремонту с применением сварки, который обычно проводят.

Различные аспекты, описанные в настоящем документе, можно использовать для реакторов с различными диаметрами. Согласно предпочтительному аспекту реакторы могут иметь внешние диаметры от приблизительно 2 до приблизительно 12, согласно другому аспекту от приблизительно 5 до приблизительно 12 м, согласно другому аспекту от приблизительно 8 до приблизительно 12 м и согласно другому аспекту от приблизительно 9 до приблизительно 11 м.

Переменные размеры питающей форсунки

Согласно другому признаку этой новой конструкции распределителя диаметры питающих форсунок 34 несколько увеличены с увеличением пути от впускного патрубка распределителя сырья до каждой питающей форсунки.

Когда содержащая аммиак сырьевая смесь проходит через распределитель 16, теплообмен с горячими газами снаружи распределителя вызывает увеличение температуры сырьевой смеси внутри распределителя. В результате температура сырьевой смеси, выходящей из каждой питающей форсунки, отличается в зависимости от того, как долго сырьевая смесь находилась внутри распределителя перед выходом. В частности, температура сырьевой смеси, выходящей из питающих форсунок, расположенных дальше от впускного патрубка распределителя, выше, чем температура сырьевой смеси, выходящей из питающих форсунок, расположенных ближе к впускному патрубку распределителя. В этом контексте «дальше» и «ближе» следует понимать как означающие дальше и ближе от впускного патрубка распределителя относительно длины пути, начинающегося во впускном патрубке распределителя и заканчивающегося в конкретной питающей форсунке, через которую сырьевая смесь выходит из распределителя.

В обычном реакторе аммоксидирования диаметры всех питающих форсунок 34 (фиг. 3) одинаковы. В результате плотность сырьевой смеси, выходящей через питающие форсунки 34, расположенные дальше от впускного патрубка распределителя, меньше, чем плотность сырьевой смеси, выходящей через питающие форсунки 34, расположенные ближе к впускному патрубку распределителя, поскольку плотность обратно пропорциональна температуре. Это, в свою очередь, обуславливает то, что массовый расход содержащей аммиак сырьевой смеси, выходящей через питающие форсунки 34, расположенные дальше от впускного патрубка распределителя, меньше, чем массовый расход сырьевой смеси, выходящей через питающие форсунки 34, расположенные ближе к впускному патрубку распределителя, при условии, что другие условия одинаковы, поскольку массовый расход прямо пропорционален плотности. К сожалению, этот недостаток однородности массового расхода через каждую питающую форсунку приводит к менее оптимальной работе реактора в целом, поскольку количество (т.е. общая масса в единицу времени) содержащей аммиак сырьевой смеси, входящей в слой 24 катализатора аммоксидирования, в областях реактора, где питающие форсунки находятся дальше от впускного патрубка распределителя, меньше, чем в областях, где питающие форсунки находятся ближе к впускному патрубку.

Согласно данному признаку настоящего изобретения эту проблему преодолевают путем изменения размера питающих форсунок 34 распределителя, причем те питающие форсунки, которые расположены дальше от впускного патрубка распределителя, больше, чем те, которые расположены ближе к впускному патрубку распределителя. «Размер», «больше» и «меньше» в данном контексте относятся к поперечному сечению отверстий форсунок. В данном аспекте отношение внешнего диаметра реактора к числу питающих форсунок различного размера составляет от приблизительно 0,5 до приблизительно 2,5, согласно другому аспекту от приблизительно 1 до приблизительно 2 и согласно другому аспекту от приблизительно 1,5 до приблизительно 2.

Хотя форсунки нескольких различных размеров можно использовать в конкретном реакторе получения акрилонитрила, обнаружили, что использование форсунок, имеющих от приблизительно 2 до приблизительно 10 различных размеров, согласно другому аспекту от приблизительно 2 до приблизительно 8 различных размеров, согласно другому аспекту от приблизительно 2 до приблизительно 6 различных размеров, согласно другому аспекту от приблизительно 2 до приблизительно 4 различных размеров, согласно другому аспекту от приблизительно 3 до приблизительно 6 различных размеров, согласно другому аспекту от приблизительно 3 до приблизительно 4 различных размеров, согласно другому аспекту от приблизительно 4 до приблизительно 8 различных размеров, согласно другому аспекту от приблизительно 4 до приблизительно 6 различных размеров, согласно другому аспекту от приблизительно 5 до приблизительно 6 различных размеров, согласно другому аспекту от приблизительно 5 до приблизительно 7 различных размеров и согласно другому аспекту от приблизительно 5 до приблизительно 8 различных размеров в зависимости от диаметра реактора, достаточно для преодоления вышеуказанной проблемы неоднородной подачи в большинстве реакторов получения акрилонитрила. Согласно другому аспекту если реактор имеет внешний диаметр от приблизительно 2 до приблизительно 5 метров, тогда питающие форсунки имеют от приблизительно 3 до приблизительно 4 различных размеров. Согласно другому аспекту, если реактор имеет внешний диаметр более чем от приблизительно 5 до приблизительно 12 метров, тогда питающие форсунки имеют от приблизительно 5 до приблизительно 8 различных размеров. Таким образом, например, использование форсунок с тремя различными размерами будет обычно достаточно для «небольших» реакторов получения акрилонитрила, имеющих диаметры порядка 8-12 футов (от ~2,4 до ~3,7 м). С другой стороны, использование форсунок с пятью или шестью различными размерами

является более подходящим для "больших" реакторов получения акрилонитрила, имеющих диаметры порядка 26-32 футов (от ~79 до ~97 м) или больше.

В общем, размер (поперечное сечение) питающих форсунок 34 в промышленном реакторе получения акрилонитрила находится в диапазоне от 15 до 80 мм², обычно от 20 до 60 мм², в зависимости от размера реактора и плотности питающих форсунок, т.е. числа питающих форсунок 34 на квадратный метр поперечного сечения реактора. Такие же размеры форсунок можно также использовать применительно к данному признаку настоящего изобретения. Другими словами, средний размер форсунок всех питающих форсунок в заданном реакторе получения акрилонитрила будет соответствовать этим значениям.

Касательно разницы размеров форсунок отношение наибольшей к наименьшей форсунке в отношении площади поперечного сечения в наборе форсунок, используемых для конкретного реактора аммоксидирования, может составлять до 1,2 до 1,35. Размер питающих форсунок с промежуточными размерами можно легко определить расчетом и/или обычным экспериментом.

В связи с этим, целью использования питающих форсунок 34 различных размеров является достижение массового расхода сырьевой смеси, который приблизительно равномерен насколько возможно во всех питающих форсунках. В заданной системе распределителя массовый расход сырьевой смеси, проходящей через любую конкретную питающую форсунку, зависит главным образом от ее плотности, что, в свою очередь, зависит главным образом от ее температуры. Следовательно, конкретные размеры, используемые для конкретных форсунок промежуточных размеров, можно легко определить со ссылкой на предполагаемую температуру сырьевой смеси, проходящей через эту питающую форсунку, что, в свою очередь, можно легко определить или фактическим измерением, или соответствующими расчетами теплообмена.

Касательно данного признака массовый расход содержащей аммиак сырьевой смеси, проходящей через каждую питающую форсунку, становится более равномерным во всех питающих форсунках. Это, в свою очередь, приводит к более равномерной работе во всех областях внутри реактора, что облегчает максимизацию производительности. Согласно данному аспекту массовый расход через одну любую питающую форсунку находится в пределах приблизительно 5% массового расхода любой другой форсунки, согласно другому аспекту в пределах приблизительно 4%, согласно другому аспекту в пределах приблизительно 3%, согласно другому аспекту в пределах приблизительно 2%, согласно другому аспекту в пределах приблизительно 1%, согласно другому аспекту в пределах приблизительно 0,5%, согласно другому аспекту в пределах приблизительно 0,25% и согласно другому аспекту в пределах приблизительно 0,1%.

Этот признак также минимизирует загрязнение распределителя сырья катализатором при запуске, остановке и даже нормальной работе ("движение катализатора в обратном направлении") путем обеспечения все время надлежащего расхода газов через питающие форсунки распределителя.

Отходящие патрубки с уменьшающимися диаметрами

Согласно еще одному признаку этой новой конструкции распределителя диаметры отходящих патрубков распределителя или "отходящих трубопроводов" 32 уменьшаются от их ближних концов к их дальним концам, т.е. от их концов, присоединенных к коллектору 30, к их противоположным концам, удаленным от коллектора 30.

В обычном реакторе получения акрилонитрила диаметры отходящих патрубков 32 распределителя одинаковы по всей длине патрубка. В данной конструкции расход сырьевой смеси через патрубок снижается значительно от его ближнего конца к его дальнему концу, поскольку больше сырьевой смеси, входящей на ближнем конце, выходило из патрубка через питающие форсунки 34, расположенные по его длине. В результате скорость сырьевой смеси внутри этих патрубков на их дальних концах или вблизи них слишком мала, чтобы иметь значительное влияние на какой-либо катализатор аммоксидирования, который может там находиться.

Согласно данному признаку настоящего изобретения этой проблемы избегают путем уменьшения диаметров отходящих патрубков распределителя или "отходящих трубопроводов" 32 от их ближних концов к их дальним концам. На фиг. 9А, 9В, 10А, 10В и 10С показан данный признак настоящего изобретения. Как показано на этих фигурах, диаметр отходящего патрубка 32 снижается постепенно от его ближнего конца 37 к его дальнему концу 39.

С учетом данного признака скорость содержащей аммиак сырьевой смеси можно поддерживать достаточно высокой по всей его длине, чтобы обуславливать удаление любого катализатора аммоксидирования, который мог случайно попадать внутрь системы 16 распределителя, в следующую питающую форсунку 34, где его будут отводить вместе с сырьевым газом, проходящим через эту питающую форсунку. Хотя этот механизм удаления катализатора также используют в более ранних конструкциях, скорость сырьевого газа на дальних концах отходящих патрубков или вблизи них слишком мала в этих конструкциях, чтобы удалять любой катализатор, находящийся в них, в следующую питающую форсунку. Согласно данному признаку настоящего изобретения этой проблемы избегают путем уменьшения диаметра отходящего патрубка от его ближнего конца к его дальнему концу. Результатом является то, что скорость сырьевого газа внутри этих отходящих патрубков остается достаточно высокой для удаления любого катализатора, который может находиться там, в следующую доступную питающую форсунку,

даже на дальнем конце патрубка. Использование уменьшающегося диаметра обеспечивает надлежаще высокую скорость даже на дальнем конце патрубка, в то же время также препятствуя неприемлемо высокой скорости и/или падению давления на ближнем конце патрубка.

Хотя на фиг. 9А, 9В, 10А, 10В и 10С показан отходящий патрубок 32 с тремя отдельными секциями с различными диаметрами, следует понимать, что любое подходящее число различных диаметров можно использовать согласно настоящему изобретению. В общем, размер и число различных диаметров выбирают для сохранения скорости газа от приблизительно 10 до 30, предпочтительно от 15 до 25 м в секунду во всех патрубках распределителя, т.е. коллекторе 30, а также всех отходящих патрубках 32.

Различные аспекты, описанные в настоящем документе, можно использовать для реакторов с различными диаметрами. Согласно предпочтительному аспекту реакторы могут иметь внешние диаметры от приблизительно 2 до приблизительно 12, согласно другому аспекту от приблизительно 5 до приблизительно 12 м, согласно другому аспекту от приблизительно 8 до приблизительно 12 м и согласно другому аспекту от приблизительно 9 до приблизительно 11 м.

Торцевые заглушки отходящих патрубков

Согласно еще одному предпочтительному необязательному способу осуществления вышеуказанного признака настоящего изобретения дальние концы 39 отходящих патрубков 32, сконструированных с уменьшающимися диаметрами, оканчиваются торцевыми заглушками, через которые проходят одна или несколько питающих форсунок 34 (см. фиг. 11). Как указано выше, данный признак с уменьшающимся диаметром обеспечивает то, что скорость сырьевого газа, протекающего через отходящие патрубки 32 на их дальних концах или вблизи них, остается относительно высокой. Путем ограничения отходящего патрубка 32 с меньшим дальним концом 39 торцевой заглушкой 90, содержащей одну или несколько питающих форсунок, можно обеспечивать то, что эта скорость останется достаточно высокой, чтобы любой катализатор аммоксидирования, который может находиться в этом дальнем конце или вблизи него, сохранялся подвижным, чтобы его, в конце концов, выдуть из отходящего патрубка через питающие форсунки 34. На фиг. 11А и 11В показана круговое расположение, одно с расположенной в центре питающей форсункой 34, а другое с опущенной питающей форсункой 34. На фиг. 11С и 11D показана плоская конфигурация, одна с расположенной в центре питающей форсункой 34, а другая с опущенной питающей форсункой 34. Конфигурации с опущенными питающими форсунками минимизируют мертвое пространство, где катализатор может улавливаться, но они возможно более дорогостоящие для производства.

Множество секций распределителя сырья

Согласно еще одному признаку этой новой конструкции распределителя распределитель 16 сырья подразделен на множество секций распределителя сырья, каждая из которых имеет свой собственный впускной патрубок для приема содержащего аммиак сырья извне реактора.

В обычном промышленном реакторе аммоксидирования, таком как показанный на фиг. 2, используется одна система 16 распределителя сырья, в которой один горизонтально расположенный коллектор 30 питает все отходящие патрубки 32 системы. В большинстве таких систем, что также показано на фиг. 2 и 4, впускной патрубок 31 распределителя 16 расположен на боковой стенке реактора 10 на по существу той же горизонтальной плоскости, что и коллектор 30.

Когда конструкцию распределителя данного типа используют в больших реакторах получения акрилонитрила, т.е. реакторах с диаметрами больше чем приблизительно 6 метров (~20 футов), разница между самым коротким и самым длинным путями, которые проделывает содержащий аммиак сырьевой газ в распределителе, может становиться достаточно большой, поскольку сырьевой газ входит только с одного конца коллектора 30 и, таким образом, должен пройти весь путь до другого конца для достижения отходящих патрубков, расположенных там. В результате температура, плотность и, таким образом, массовый расход сырьевой смеси, выходящей из каждой питающей форсунки 34, может значительно различаться во всех питающих форсунках, в зависимости от того, где они расположены в системе распределителя. Как объяснено выше, это различие температуры, плотности и массового расхода может вызывать значительные проблемы как в отношении работы реактора, так и равномерности азотирования.

Для решения данной проблемы уже было предложено перемещать впускной патрубок 31 распределителя в место, которое находится выше коллектора 30, и присоединять впускной патрубок 31 распределителя к центру коллектора 30 при помощи подходящего трубопровода. Идея состоит в том, что поскольку сырьевой газ подают в центр коллектора 30, а не только на один из его концов, поток этого сырьевого газа через коллектор 30 во все отходящие патрубки 32 и через них будет более равномерным, чем будет происходить в ином случае. Проблема данного подхода, однако, состоит в том, что дополнительный трубопровод, который необходимо соединять с впускным патрубком 31 распределителя в центре коллектора 30, азотируется со временем, что очень нежелательно по причинам, указанным выше.

Согласно данному признаку настоящего изобретения распределитель 16 сырья разделяют на множество секций распределителя сырья, в которых каждая подсекция распределителя оснащена своим собственным впускным патрубком 31 распределителя для приема содержащего аммиак сырья извне реактора. Каждая секция распределителя также оснащается своей собственной системой контроля с тем, чтобы поток содержащей аммиак сырьевой смеси в каждую секцию распределителя можно отдельно контролировать. Кроме того, впускной патрубок 31 распределителя каждой секции распределителя расположено

на или вблизи горизонтальной плоскости, определенной коллектором 30. Предпочтительно впускной патрубок 31 распределителя каждой секции распределителя находится на расстоянии не более 10 футов, более предпочтительно не более 5 футов, по вертикали от этой горизонтальной плоскости.

Этот признак конструкции распределителя настоящего изобретения показан на фиг. 12, на которой показаны четыре отдельных и независимых секции 100, 102, 104 и 106 распределителя сырья, расположенных внутри реактора по существу рядом относительно друг друга. В данном контексте «рядом друг с другом» следует понимать как означающее, что отдельные секции распределителя расположены по существу на одинаковой высоте внутри реактора, а не расположены друг над другом. Что также показано на фиг. 12, каждая из секций 100, 102, 104 и 106 распределителя содержит впускные патрубки 110, 112, 114 и 116 распределителя, соответственно, все из которых соединены с общим коллектором для сырья (не показан), расположенным вне реактора 10. Кроме того, обеспечиваются отдельные регулирующие клапаны 120, 122, 124 и 126, соединенные с системой контроля (не показана).

С учетом данного признака каждую отдельную секцию распределителя можно отдельно контролировать для регулирования количества (массового расхода) содержащей аммиак сырьевой смеси, подаваемой данной секцией распределителя. Это обеспечивает даже лучший контроль работы реактора в целом, поскольку каждую область в реакторе можно отдельно контролировать. Это, в свою очередь, облегчает "регулировку" каждой области в соответствии с другими, при этом достигая оптимальной работы в реакторе в целом.

Различные аспекты, описанные в настоящем документе, можно использовать для реакторов с различными диаметрами. Согласно предпочтительному аспекту реакторы могут иметь внешние диаметры от приблизительно 2 до приблизительно 12, согласно другому аспекту от приблизительно 5 до приблизительно 12 м, согласно другому аспекту от приблизительно 8 до приблизительно 12 м и согласно другому аспекту от приблизительно 9 до приблизительно 11 м.

Хотя только несколько конкретных примеров настоящего изобретения были описаны выше, будет очевидно, что много модификаций можно сделать без отклонения от сущности и объема настоящего изобретения. Все такие модификации должны включаться в объем настоящего изобретения, которое должно ограничиваться только следующей формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Распределитель для подачи содержащей аммиак сырьевой смеси извне в реактор аммоксидирования через стенку реактора и в псевдооживленный слой катализатора аммоксидирования, находящийся внутри реактора, содержащий канал основного коллектора, впускной патрубок распределителя, находящийся в связи по потоку с каналом основного коллектора, причем впускной патрубок распределителя жестко закреплен на стенке реактора, и множество отходящих каналов распределителя, находящихся в связи по потоку с каналом основного коллектора распределителя, в котором отходящие каналы распределителя содержат питающие форсунки для подачи содержащей аммиак сырьевой смеси в псевдооживленный слой катализатора аммоксидирования, причем впускной патрубок распределителя жестко закреплен на стенке реактора посредством газонепроницаемого быстроразъемного фитинга.

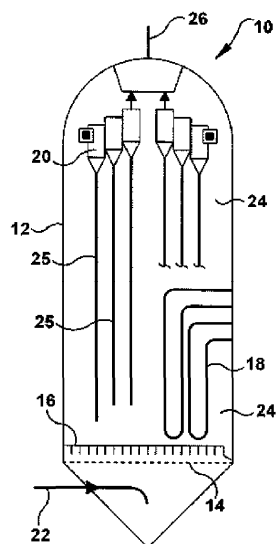
2. Распределитель по п.1, в котором содержащая аммиак сырьевая смесь представляет собой смесь аммиака и насыщенных и/или ненасыщенных C_3 - C_4 -углеводородов.

3. Распределитель по п.2, в котором смесь аммиака и насыщенных и/или ненасыщенных C_3 - C_4 -углеводородов выбирают из группы, состоящей из пропана, пропилена, бутана, бутилена и их смесей.

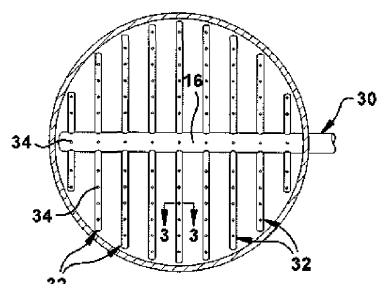
4. Способ подачи содержащей аммиак сырьевой смеси в реактор аммоксидирования, включающий подачу содержащей аммиак сырьевой смеси извне реактора аммоксидирования через стенку реактора и в псевдооживленный слой катализатора аммоксидирования, находящийся внутри реактора, посредством распределителя по п.1.

5. Способ по п.4, в котором содержащая аммиак сырьевая смесь представляет собой смесь аммиака и насыщенных и/или ненасыщенных C_3 - C_4 -углеводородов.

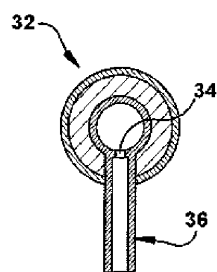
6. Способ по п.4, в котором смесь аммиака и насыщенных и/или ненасыщенных C_3 - C_4 -углеводородов выбирают из группы, состоящей из пропана, пропилена, бутана, бутилена и их смесей.



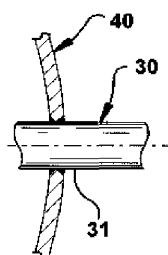
Фиг. 1



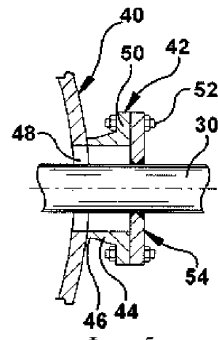
Фиг. 2 (уровень техники)



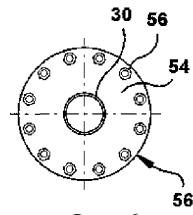
Фиг. 3



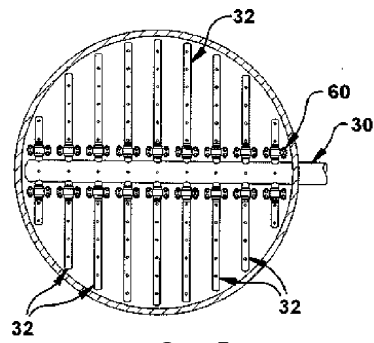
Фиг. 4 (уровень техники)



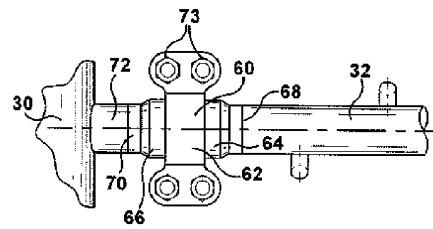
Фиг. 5



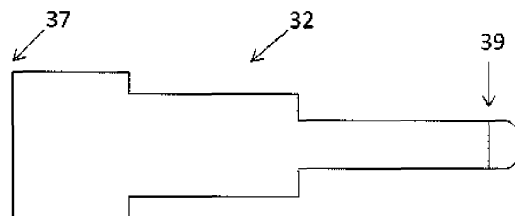
Фиг. 6



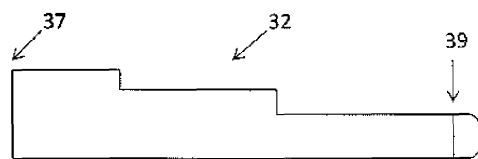
Фиг. 7



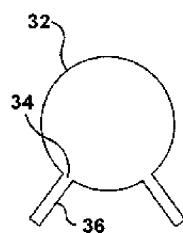
Фиг. 8



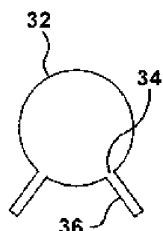
Фиг. 9А



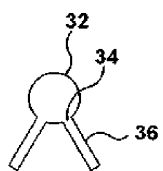
Фиг. 9В



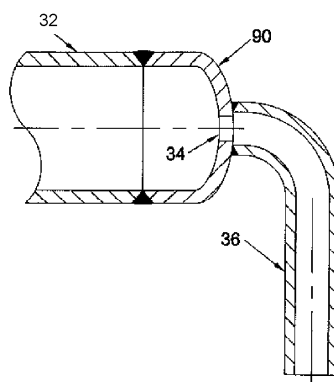
Фиг. 10А



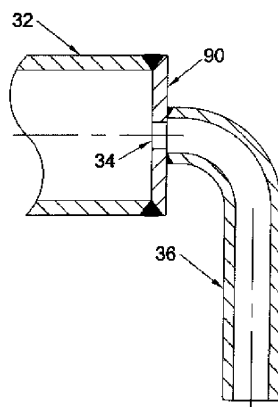
Фиг. 10В



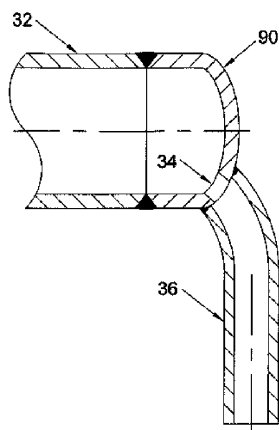
Фиг. 10С



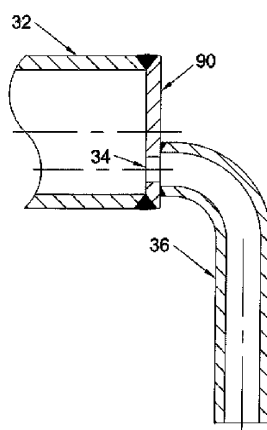
Фиг. 11А



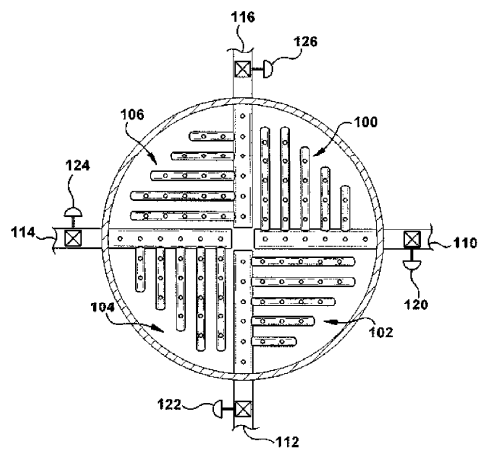
Фиг. 11С



Фиг. 11В



Фиг. 11D



Фиг. 12

