

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **026338**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2017.03.31

(51) Int. Cl. **A61K 38/08** (2006.01)
A61K 31/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
201270233

(22) Дата подачи заявки
2010.08.26

(54) СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАКУПОРИВАНИЯ СИСТЕМЫ КАНАЛОВ В МИКРОРЕАКТОРЕ И МИКРОРЕАКТОР ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ СПОСОБА

(31) РСТ/ЕР2009/061143; 09011726.8;
10157285.7

(56) US-A1-2005016851
WO-A1-03020414
WO-A2-2009061416
WO-A1-2007038976
EP-A1-1839739

(32) **2009.08.28; 2009.09.14; 2010.03.23**

(33) **ЕР**

(43) **2012.09.28**

(86) РСТ/ЕР2010/062476

(87) WO 2011/023761 2011.03.03

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЛОНЦА АГ (СН)

(72) Изобретатель:
**Роберж Доминик, Райнонз Фабио,
Квиттманн Вильхельм, Готтшпонер
Михаэль, Айхольцер Маркус (СН)**

(74) Представитель:
**Медведев В.Н., Назина Е.Е.,
Павловский А.Н., Дудушкин С.В.,
Дорофеев С.А. (RU)**

(57) Изобретение касается способа предотвращения закупоривания системы каналов для непрерывной реакции, вызванного попаданием побочного продукта непрерывной реакции в указанную систему каналов, включающего стадию образования по меньшей мере одной ультразвуковой волны, проходящей через указанную систему каналов. Способ включает стадию генерирования по меньшей мере одной ультразвуковой волны, проходящей через по меньшей мере одну технологическую текучую среду из множества технологических текучих сред, используемую в качестве среды передачи ультразвуковой волны, внутри канала указанной системы каналов в направлении потока указанной технологической текучей среды путем непосредственного введения указанной ультразвуковой волны в поток указанной технологической текучей среды, протекающей через подающий впуск для введения указанной технологической среды в указанный канал. При этом ультразвуковую волну направляют в систему каналов или их часть в направлении зон, склонных к закупориванию. Частота указанной ультразвуковой волны находится в диапазоне от 16 до 50 кГц. Согласно изобретению указанное закупоривание предотвращают при проведении непрерывной реакции в указанной системе каналов в ходе нормальной работы микрореактора.

B1**026338****026338****B1**

Изобретение относится к способу предотвращения закупоривания системы каналов в микрореакторе, вызванного попаданием побочного продукта непрерывной реакции в указанную систему каналов, а также к микрореактору для осуществления способа.

В технологии осуществления непрерывной реакции в микрореакторе через микрореактор непрерывно проходят различные химические вещества, включая множество реагентов (эдуктов), поступающих в микрореактор и вступающих там в реакцию с образованием продукта, вытекающего из микрореактора. Подобный тип микрореактора раскрыт, например, в EP 1839739 A1 того же заявителя. В некоторых из этих химических реакций, таких как реакции металлизации, когда происходит замещение металлом водорода или галогена, вода, находящаяся в системе каналов, может вступать в реакцию с одним или более из химических веществ, приводя к закупориванию каналов осадком. Локальная вероятность возникновения такого закупоривания неодинакова по всей площади микрореактора, однако наиболее высока в зонах, которые в дальнейшем именуют зонами, подверженными закупориванию, которые представляют собой зоны слияния и смешения, где происходит слияние, смешение и взаимодействие различных реагентов друг с другом.

Следует отметить, что поскольку даже незначительное закупоривание приводит к повышению давления, по сравнению с использованием сухих исходных материалов, и, следовательно, к возможному снижению выхода, используют только сухие исходные материалы/растворители, что является крайне дорогостоящим, так как процедуры высушивания являются очень сложными. Например, некоторые эфиры, такие как диэтиловый эфир, метилтретбутиловый эфир (МТБЭ), тетрагидрофуран (ТГФ), или растворители, такие как диметилсульфоксид (ДМСО), очень сложно и, следовательно, дорого полностью отделить от остатков воды. Кроме того, высушивание не всегда проходит без проблем. Например, известно, что вышеупомянутая реакция (1) проходит очень бурно, а другие вещества, такие как органические нитраты или азиды, могут быть даже взрывоопасными. Органические нитраты или азиды упомянуты здесь в качестве общего примера того, что некоторые вещества невозможно подвергнуть высушиванию, поскольку процесс высушивания может быть опасным. Таким образом, также с этой точки зрения, необходим способ, проходящий без высушивания.

Таким образом, задачей настоящего изобретения является предоставление способа предотвращения закупоривания системы каналов в микрореакторе, который был бы не таким затратным по сравнению с имеющимися способами, который мог бы безопасно применяться для проведения реакций с не сухими исходными материалами/растворителями и был бы экономичным. Еще одной задачей настоящего изобретения является предоставление микрореактора для осуществления способа.

Данные задачи решаются признаками пп.1 и 8 формулы изобретения соответственно. Предпочтительные аспекты определены в зависимых пунктах формулы изобретения.

В соответствии с настоящим изобретением (п.1 формулы изобретения) способ предотвращения закупоривания системы каналов в микрореакторе, вызванного побочным продуктом непрерывной химической реакции, проводимой в указанной системе каналов, включает стадию генерирования по меньшей мере одной ультразвуковой волны, проходящей через по меньшей мере одну технологическую текучую среду из множества технологических текучих сред, используемую в качестве среды передачи ультразвуковой волны, внутри канала указанной системы каналов в направлении потока указанной по меньшей мере одной технологической текучей среды путем непосредственного введения указанной по меньшей мере одной ультразвуковой волны в поток указанной по меньшей мере одной технологической текучей среды, протекающей через по меньшей мере один подающий впуск для введения указанной по меньшей мере одной технологической среды в указанный канал, причем указанную по меньшей мере одну ультразвуковую волну направляют в систему каналов или их часть в направлении зон, склонных к закупориванию, при этом частота указанной по меньшей мере одной ультразвуковой волны находится в диапазоне от 16 до 50 кГц, и указанное закупоривание предотвращают при проведении непрерывной реакции в указанной системе каналов в ходе нормальной работы микрореактора.

Понятие "предотвращение закупоривания" согласно настоящему изобретению включает в себя "недопущение его возникновения", а также "устранение уже возникшего закупоривания". Таким образом, указанная по меньшей мере одна ультразвуковая волна направляется системой каналов и движется по системе каналов или ее части в направлении ее зон, подверженных закупориванию, подобно тому как электромагнитная волна проходит по оптоволокну, причем данная по меньшей мере одна технологическая текучая среда служит средой передачи для ультразвуковой волны. Предпочтительно, данная по меньшей мере одна ультразвуковая волна генерируется как можно ближе к зонам, подверженным закупориванию, для того чтобы снизить ослабляющий эффект. Наиболее предпочтительно, данная по меньшей мере одна ультразвуковая волна генерируется за пределами, но в непосредственной близости от микрореактора. В отношении особенностей конструкции ультразвукового преобразователя или другого устройства для генерирования указанной по меньшей мере одной ультразвуковой волны не существует каких-либо ограничений, поскольку данное устройство может быть использовано для передачи указанной по меньшей мере одной ультразвуковой волны в одну или более технологическую текучую среду с последующим перемещением в зоны, подверженные закупориванию. Обычно для этой цели используют пьезоэлектрические преобразователи с конструкцией и мощностью, приспособленными для области их

применения. В качестве одного из многочисленных примеров такого устройства в документе US 2009169428 раскрыт проточный электролизер с пьезоэлектрическим преобразователем для медицинского применения, в котором ультразвуковую энергию применяют в отношении непрерывного потока суспензии. В документе EP 1570918 A2 раскрыта передача ультразвуковой энергии в сжатые текучей среды. В документе US 5830127 раскрыт способ очистки внутреннего канала удлиненного трубчатого прибора, такого как эндоскоп, включающий генерирование ультразвуковых волн в жидкой среде изнутри внутреннего канала. В документе DE 102005025248 A1 раскрыта система направления текучей среды, в которой для предотвращения отложений в микроканалах системы ультразвуковой сигнал вводят в поток текучей среды. Однако следует отметить, что в соответствии с настоящим изобретением закупоривание предотвращается в ходе нормальной работы микрореактора, что становится ясно из фраз "вызванного попаданием в указанную систему каналов" и "в направлении потока по меньшей мере одной технологической текучей среды", которые используются в п.1 формулы изобретения, а также что одну или несколько технологических текучих сред используют для передачи по меньшей мере одной ультразвуковой волны в микрореактор для этой цели. Эксперименты показали, что для некоторых реакций предел допустимого содержания воды при применении указанной по меньшей мере одной ультразвуковой волны, может быть повышен до 500 частей на миллион. Из вышесказанного следует, что указанная по меньшей мере одна ультразвуковая волна может перемещаться, по существу, в направлении или, по существу, против направления потока одной или более технологических текучих сред, причем упомянутое последним направление может быть предпочтительным в том случае, если место закупоривания находится ближе к концевой части микрореактора в направлении потока технологических текучих сред. Следовательно, энергия ультразвуковой волны преимущественно не переносится через наружный корпус микрореактора в зоны, подверженные закупориванию, например, несмотря на то что, как правило, в связи с этим нельзя полностью не учитывать наружный корпус и его физические свойства, имеющие отношение к вибрационным характеристикам. Материал микрореактора, например, является определяющим фактором ослабления, и часть энергии ультразвуковой волны может передаваться через наружный корпус из зоны соединения в зоны, подверженные закупориванию. Однако это следует считать побочным эффектом. Приблизительно частота по меньшей мере одной ультразвуковой волны находится предпочтительно в диапазоне от 16 до 50 кГц или более, но ее параметры должны быть адаптированы к конструкции и габаритам микрореактора, к мощности потока и вязкости технологических текучих сред, к протекающим химическим реакциям и т.д. Предпочтительно частота и/или мощность не остаются постоянными, а постепенно изменяются для того, чтобы уменьшить опасность образования стоячей волны, характеризующейся узловыми точками, где из-за отсутствия воздействия ультразвуковой энергии осадки могут скапливаться и закупоривать путь/канал потока. Частота, кроме того, может быть модулирована более высокой частотой, которая, в свою очередь, может колебаться.

Для того чтобы ввести указанную по меньшей мере одну ультразвуковую волну в микрореактор вышеописанным способом, изобретатели использовали специально изготовленную ультразвуковую систему Branson на 400 Вт с сонотродом длиной 5 мм, регулируя частоту до около 40 кГц. Разумеется, для данных целей могут равным образом быть использованы и любые другие ультразвуковые установки, позволяющие осуществлять передачу указанной по меньшей мере одной ультразвуковой волны в протекающую текучую среду, в данном случае в технологические текучие среды, включая реагенты, поступающие в микрореактор, или в технологические текучие среды, включая один или более продуктов, образованных внутри микрореактора, и, возможно, в зависимости от обстоятельств, также в один или более реагентов, вытекающих из микрореактора.

В соответствии с предпочтительным аспектом настоящего изобретения (п.2 формулы изобретения) указанную по меньшей мере одну ультразвуковую волну вводят в указанную по меньшей мере одну технологическую текучую среду, выбранную из по меньшей мере одного потока исходных материалов, по меньшей мере одного потока продуктов реакции и/или по меньшей мере одного потока растворителя. По меньшей мере одна технологическая текучая среда включает в себя по меньшей мере один поток исходных материалов, по меньшей мере один поток продуктов реакции и/или по меньшей мере один поток растворителя. То есть в способе согласно настоящему изобретению указанная по меньшей мере одна ультразвуковая волна может быть введена в технологическую текучую среду любого типа и либо в единственную, либо в несколько технологических текучих сред одного и того же, либо разных типов. Следует отметить, что признак "в направлении потока", определенный в п.1 формулы изобретения, не находится в противоречии с признаком, когда указанную по меньшей мере одну ультразвуковую волну вводят в поток продукта, так как поток продукта по причинам химического, либо любого другого характера может проходить в системе каналов по определенной траектории.

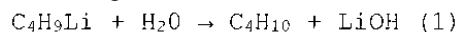
В соответствии с предпочтительным аспектом настоящего изобретения (п.3 формулы изобретения) способ осуществляют в микрореакторе, в котором непрерывную реакцию осуществляют с использованием химических веществ, которые включают множество реагентов, непрерывно поступающих в указанную систему каналов, и с получением продукта, образованного в указанной непрерывной реакции посредством смешивания и взаимопревращения указанного множества реагентов, и непрерывно вытекающих из указанной системы каналов, при этом по меньшей мере один из указанного множества реагентов

включает соединение, содержащее щелочной металл и органическую составляющую, вступающую в реакцию с примесями воды по меньшей мере в одном из исходных материалов с образованием указанного побочного продукта.

В соответствии с предпочтительным аспектом настоящего изобретения (п.4 формулы изобретения) в качестве щелочного металла используют литий, натрий или калий.

В основном закупоривание происходит в результате затвердевания NaOH, LiOH, KOH или RbOH, которые образуются при побочных реакциях соединений, включающих щелочной металл и органический компонент с примесями воды. Примерами таких соединений являются метиллитий, этиллитий, пропиллитий, изопропиллитий, бутиллитий, втор-бутиллитий, трет-бутиллитий, пентиллитий, изопенталлитий, втор-пентиллитий, трет-пентиллитий, втор-изопентиллитий, гексиллитий, изогексиллитий, втор-гексиллитий, циклогексиллитий, октиллитий, фениллитий, о-толилутиий, т-толиллитий, р-толиллитий, триметилсиллилметиллитий, фенилнатрий, о-толилнатрий, ш-толилнатрий, р-толилнатрий, бутиллитий/калий-трет-бутоксид, бутиллитий/натрий-трет-бутоксид и т.д., предпочтительно изопропиллитий, втор-бутиллитий, трет-бутиллитий, втор-пентиллитий, трет-пентиллитий, втор-изопентиллитий, втор-гексиллитий, циклогексиллитий, октиллитий и фениллитий, более предпочтительно, бутиллитий (n-, втор-, трет-) или гексиллитий.

В случае если металл в реакции металлизации является, например, литием, эта реакция называется реакцией литирования, например реакция w-BuLi (бутиллития) с водой, где в соответствии со следующим уравнением LiOH выпадает в твердый осадок:



Как было указано выше, LiOH имеет тенденцию образовываться поблизости от входной части микрореактора. Обычно для закупоривания достаточно даже небольшого количества примесей в воде. Несмотря на то что невозможно точно определить стандартное значение предела допустимого содержания воды в системе каналов, так как оно зависит от ряда параметров, таких как (тип) реагенты, растворитель, мощность потока реагентов и растворителей, химическая среда (давление, температура), значение в 10 частей на миллион может быть реалистической точкой отсчета. В данном случае под термином "допустимый" подразумевается то, что при таких условиях реактор не подвергается опасности "сильного" закупоривания.

В соответствии с одним аспектом настоящего изобретения (п.5 формулы изобретения) указанную по меньшей мере одну ультразвуковую волну вводят в указанную систему каналов непрерывно, прерывисто или по мере необходимости.

В случае если указанную по меньшей мере одну ультразвуковую волну вводят в указанную систему каналов по мере необходимости (п.6 формулы изобретения), то давление указанной по меньшей мере одной технологической текучей среды используют как контрольный параметр для введения указанной по меньшей мере одной ультразвуковой волны в поток указанной по меньшей мере одной технологической текучей среды или для приспособливания интенсивности непрерывного применения по меньшей мере одной ультразвуковой волны, если давление находится за пределами заданного диапазона целевого давления.

Энергия указанной по меньшей мере одной ультразвуковой волны, непрерывно вводимой в систему каналов, может быть постоянно или периодически изменяющейся, либо не изменяющейся с течением времени. Во втором случае указанную по меньшей мере одну ультразвуковую волну вводят в систему каналов по заранее определенной или по установленной схеме, в то время как в третьем случае схема взаимодействия не фиксирована, но регулируется в зависимости от текущей ситуации. Схема взаимодействия может определяться типичным давлением одной из указанной по меньшей мере одной технологической текучей среды, указанное типичное давление может затем служить контрольным параметром и сравнением типичного давления с диапазоном целевого давления. Затем указанную по меньшей мере одну ультразвуковую волну, например, вводят в систему каналов только в том случае, когда типичное давление выходит за пределы заданного диапазона целевого давления. В ходе испытаний было определено, что заданное целевое значение давления находится в диапазоне от 0 до 10 бар выше нормального давления в каждой из линий подачи, предпочтительно в диапазоне от 0 до 10 бар выше нормального давления, наиболее предпочтительно в диапазоне от 0 до 3 бар, где нормальное давление представляет собой давление в системе, когда в водочувствительной реакции используют только сухие исходные материалы (подаваемые; технологические текучей среды). Нормальное давление зависит от мощности потока исходных материалов, размеров (диаметров) и вязкости исходных материалов и т.д. Схема взаимодействия может также быть обусловлена прямоугольной функцией, определяющей периоды взаимодействия по сравнению с периодами отсутствия взаимодействия. Распределение временных интервалов в этом случае может находиться в соотношении, например, с пульсациями насоса, подающего исходные материалы, или с происходящими химическими реакциями. В качестве альтернативы, непрерывное генерирование указанной по меньшей мере одной ультразвуковой волны может сочетаться с измерением давления, для того чтобы приспособить интенсивность непрерывного применения указанной по меньшей мере одной ультразвуковой волны к состоянию закупоривания внутри микрореактора. Обобщая, можно сказать, что мощность указанной по меньшей мере одной ультразвуковой волны, которую вводят в систему

каналов, может быть любой временной функцией, либо заданной, либо приспособленной к определенной ситуации.

В соответствии с настоящим изобретением (п.7 формулы изобретения) указанный реактор содержит множество подающих каналов, каждый для одной из по меньшей мере одной технологической текучей среды, и соединенный по меньшей мере с одной зоной слияния, причем один из подающих каналов имеет подающий впуск; секцию смешения, примыкающую к указанной зоне слияния; секцию удержания, примыкающую к указанной зоне смешения; отводящий канал, примыкающий к указанной зоне удержания; и по меньшей мере одно соединительное устройство, выполненное с возможностью непосредственного введения по меньшей мере одной ультразвуковой волны в направлении потока в начало потока указанной по меньшей мере одной технологической текучей среды у указанного подающего впуска.

В соответствии с настоящим изобретением (п.8 формулы изобретения) микрореактор может дополнительно содержать датчик давления для определения давления указанной по меньшей мере одной технологической текучей среды, переносящей указанную по меньшей мере одну ультразвуковую волну, где указанное давление используется в качестве контрольного параметра для указанного по меньшей мере одного соединительного устройства, если это давление находится за пределами заданного диапазона целевого давления.

Микрореактор может являться, например, микрореактором, раскрытым в ЕР 1839739 А1, либо любым другим микрореактором с подобной структурой каналов и предпочтительно предназначенным для подобных целей.

Вышеупомянутые и дополнительные задачи, признаки и преимущества настоящего изобретения становятся очевидными из следующего детального описания предпочтительного варианта осуществления изобретения со ссылкой на чертежи. На чертежах

фиг. 1 - схематическое поперечное сечение пластины микрореактора, связанного с генератором ультразвуковой волны, предназначенным для осуществления способа, в соответствии с предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения, как определено в пп.1-7 формулы изобретения;

фиг. 2 - схематический вид в перспективе конструкции на фиг. 1.

Фиг. 1 схематически показывает поперечное сечение пластины 10 микрореактора, более подробно описанного в ЕР 1839739 А1, например связанного с генератором 30 ультразвуковых волн. Пластина 10 включает разветвленную систему 12 каналов, которая разделена на зону 14 смешения и зону 16 удержания. Пластина 10 содержит первую и вторую линии 18 и 20 подачи соответственно для непрерывной подачи потоков технологических текучих сред, включая химические вещества, участвующие в непрерывной реакции, происходящей в микрореакторе, и выходное отверстие 22, через которое отводят продукт реакции, содержащийся в технологической текучей среде, которая в данном случае называется реакционной текучей средой. Генератор 30 ультразвуковых волн содержит соноотрод 32, который контактирует с технологической текучей средой, поступающей в микрореактор через первую линию 18 подачи, и передает ультразвуковую энергию, выработанную посредством колебательных движений соноотрода 32, в подаваемую технологическую текучую среду или просто в поток исходного материала. Как ясно показано на фиг. 1, ультразвуковую энергию вводят снаружи микрореактора со стороны поступления потока исходного материала. В зависимости от конструкции системы 16 каналов расположение места контакта соноотрода 32 с потоком исходного материала тем не менее также должно находиться внутри микрореактора. Кроме того, несмотря на то что генератор 30 ультразвуковых волн, показанный на фиг. 1, является генератором производства компании Branson™, может быть использован любой другой генератор ультразвуковых волн при условии, что он адаптирован для передачи ультразвуковой энергии в один или более потоков исходных материалов, поступающих в микрореактор. Как было указано выше, ультразвуковая волна проводится по системе 12 каналов с использованием потока исходного материала в качестве среды передачи.

Фиг. 2 показывает ряд пластин 10, образующих микрореактор, соединенный с генератором 30 ультразвуковых волн. Круг "А" обозначает входную зону, где химические вещества непрерывно поступают в систему 12 каналов через первую и вторую линии 18, 20 подачи для смешения и химического взаимодействия там.

Список условных обозначений

- 10 - пластина микрореактора;
- 12 - система каналов;
- 14 - зона смешения;
- 16 - зона удержания;
- 18 - первая линия подачи;
- 20 - вторая линия подачи;
- 22 - выходное отверстие;
- 30 - генератор ультразвуковых волн;
- 32 - соноотрод.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ предотвращения закупоривания системы каналов в микрореакторе, вызванного побочным продуктом непрерывной химической реакции, проводимой в указанной системе каналов,

при этом способ включает стадию генерирования по меньшей мере одной ультразвуковой волны, проходящей по меньшей мере через одну технологическую текучую среду из множества технологических текучих сред, используемую в качестве среды передачи ультразвуковой волны, внутри канала указанной системы каналов в направлении потока указанной по меньшей мере одной технологической текучей среды путем непосредственного введения указанной по меньшей мере одной ультразвуковой волны в поток указанной по меньшей мере одной технологической текучей среды, протекающей по меньшей мере через один подающий впуск для введения указанной по меньшей мере одной технологической среды в указанный канал, причем указанную по меньшей мере одну ультразвуковую волну направляют в систему каналов или их часть в направлении зон, склонных к закупориванию,

при этом частота указанной по меньшей мере одной ультразвуковой волны находится в диапазоне от 16 до 50 кГц и указанное закупоривание предотвращают при проведении непрерывной реакции в указанной системе каналов в ходе нормальной работы микрореактора.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что указанную по меньшей мере одну ультразвуковую волну вводят по меньшей мере в одну технологическую текучую среду, выбранную по меньшей мере из одного потока исходных материалов, по меньшей мере одного потока продуктов реакции и/или по меньшей мере одного потока растворителя.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что способ осуществляют в микрореакторе, в котором непрерывную реакцию осуществляют с использованием химических веществ, которые включают множество реагентов, непрерывно поступающих в указанную систему каналов, и с получением продукта, образованного в указанной непрерывной реакции посредством смешивания и взаимопревращения указанного множества реагентов, и непрерывно вытекающих из указанной системы каналов, при этом по меньшей мере один из указанного множества реагентов включает соединение, содержащее щелочной металл и органическую составляющую, вступающую в реакцию с примесями воды по меньшей мере в одном из исходных материалов с образованием указанного побочного продукта.

4. Способ по п.3, отличающийся тем, что в качестве щелочного металла используют литий, натрий или калий.

5. Способ по одному из пп.1-4, отличающийся тем, что указанную по меньшей мере одну ультразвуковую волну вводят в указанную систему каналов непрерывно, прерывисто или по мере необходимости.

6. Способ по п.5, отличающийся тем, что в случае если указанную по меньшей мере одну ультразвуковую волну вводят в указанную систему каналов по мере необходимости, то давление указанной по меньшей мере одной технологической текучей среды используют как контрольный параметр для введения указанной по меньшей мере одной ультразвуковой волны в поток указанной по меньшей мере одной технологической текучей среды или для приспособливания интенсивности непрерывного применения по меньшей мере одной ультразвуковой волны, если давление находится за пределами заданного диапазона целевого давления.

7. Микрореактор для осуществления способа по пп.1-6, при этом указанный реактор содержит множество подающих каналов, каждый для одной по меньшей мере из одной технологической текучей среды, и соединенный по меньшей мере с одной зоной слияния, причем один из подающих каналов имеет подающий впуск;

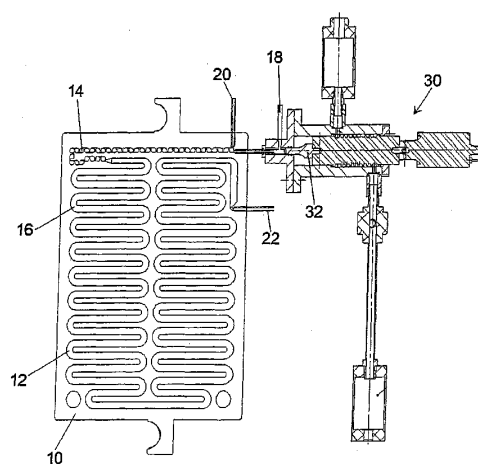
секцию смешения, примыкающую к указанной зоне слияния;

секцию удержания, примыкающую к указанной зоне смешения;

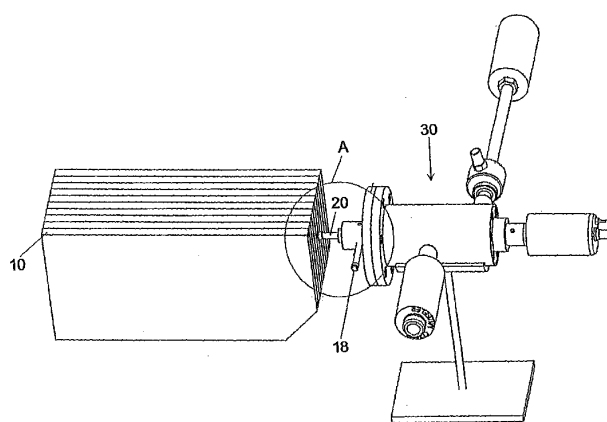
отводящий канал, примыкающий к указанной зоне удержания; и

по меньшей мере одно соединительное устройство, выполненное с возможностью непосредственного введения по меньшей мере одной ультразвуковой волны в направлении потока в начало потока указанной по меньшей мере одной технологической текучей среды у указанного подающего впуска.

8. Микрореактор по п.7, дополнительно содержащий датчик давления для определения давления указанной по меньшей мере одной технологической текучей среды, переносящей указанную по меньшей мере одну ультразвуковую волну, где указанное давление используется в качестве контрольного параметра для указанного по меньшей мере одного соединительного устройства, если это давление находится за пределами заданного диапазона целевого давления.



Фиг. 1



Фиг. 2

