

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 040181

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.04.28

(21) Номер заявки
201900119

(22) Дата подачи заявки
2016.08.24

(51) Int. Cl. B01J 19/00 (2006.01)
B01J 19/24 (2006.01)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ГЕНЕРИРОВАНИЯ
ЗАВИХРЕНИЙ ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ В РЕАКЦИОННОЙ КАМЕРЕ

(43) 2019.07.31

(86) PCT/EP2016/069983

(87) WO 2018/036623 2018.03.01

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
EMCO ВАТЕР ПАТЕНТ ГМБХ (DE)

(56) JP-A-S54128060
EP-B1-1294474
DE-A1-19525920
DE-A1-102004045823
EP-A1-0392545
DE-A1-3814723

(72) Изобретатель:
Лехманн Жорг, Линден Олаф (DE)

(74) Представитель:
Бутенко Л.В. (RU)

(57) Изобретение касается устройства, состоящего из реакторной установки для гидродинамической обработки текучих и газообразных сред или их смесей и способа гидродинамической обработки текучих сред в реакторной установке согласно изобретению. Под гидродинамической обработкой в значении данного изобретения подразумевается энергоэффективное генерирование по меньшей мере одного вращающегося завихрения текучей среды, сопровождающееся "выворачиванием" по меньшей мере одного вихря текучей среды и разрывом растворенных в текучей среде органических компонентов с внутриклеточным давлением (тургором). При этом проходящий (обрабатываемый) вихрь текучей среды проходит в реакторной установке подготовку, очистку и дезинфекцию.

040181 B1

040181 B1

040181

B1

Предметом данного изобретения является устройство в виде гидродинамической реакторной установки для приема текучей среды. Предметом данного способа является энергоэффективное генерирование и гидродинамическая обработка по меньшей мере одного проходящего завихрения текучей среды в реакционной камере.

При этом генерируется завихрение текучей среды, при котором текучая среда в реакционной камере приводится во вращение; текучая среда за счет изменения направления путем поворота попадает в выпускную трубу. В выпускной трубе обеспечивается создание эффекта Вентури. Проходящий объемный расход текучей среды образует завихрение текучей среды не позднее, чем на выходе из реакторной установки.

Традиционные устройства и реакционные сосуды, а также способы гидродинамической обработки текучих сред известны, например, из публикаций АТ 272278, DE 19525920 A1, DE 10114936 или EP 1 294474 B2.

В АТ 272278 и / или DE 10114936 A1 в реакционную камеру подают текучие среды, которые приводятся во вращение за счет ее геометрической формы. При этом скорость вращающейся текучей среды сначала снижается за счет геометрической формы реакционной камеры. После этого она снова увеличивается на участке до опорной поверхности ("подошвы") нижнего конца реакционной камеры. Вращаясь, текучая среда движется к опорной поверхности ("подошве") реакционной камеры и у нижнего конца реакционной камеры проходит в направлении, противоположном прежнему направлению потока, к продольной оси, и поворачивает вверх. Затем текучая среда улавливается в выпускную трубу и вращаясь покидает реакционную камеру с образованием полого вихря (вихревой воронки). На опорной поверхности ("подошве") реакционной камеры находятся отверстия по продольной оси или в непосредственной близости к ней. Через эти отверстия по полному вихрестроку, в ядре которого создается пониженное давление, всасываются дополнительные текучие среды.

В DE 19525920 A1 описано дополнение устройства из АТ 272278. Очищаемая текучая среда течет попеременно восходящим и нисходящим потоком через соединенные между собой подводящие трубы. Затем после выпуска из реакционной камеры текучую среду направляют в систему труб для седиментации или для улавливания сжатых побочных продуктов.

Недостатком этих устройств является сложность исполнения, неудобство для целенаправленного технического применения, недостаточная адаптивность и регулируемость компонентов и / или частей реакторной установки и, как следствие, плохая воспроизводимость результатов.

В EP 1294474 B2 реакционная камера реакторной установки имеет в поперечном сечении сердцевидную или грушевидную форму. Регулируемая выпускная труба, доходящая до опорной поверхности ("подошвы") по продольной оси реакционной камеры, на приустьевом участке выполнена в форме сопла для реализации эффекта Вентури.

Текучую среду вводят в реакционную камеру по меньшей мере через одно подводящее отверстие, расположенное тангенциально к боковой поверхности реакционной камеры. Текучая среда движется, ускоренно вращаясь в форме вихря, вокруг выпускной трубы по направлению течения потока вниз. Направляющее устройство для текучей среды перенаправляет в нижней части корпуса объемный расход, сохраняющий свое абсолютное направление вращения и вращающийся относительно продольной оси. За счет этого возникает зона трущихся друг о друга, вращающихся объемных расходов, скорость каждого из которых очень высока. Достигаемые при этом относительная скорость и сильное трение приводят к механическому размельчению и разрушению движущихся вместе с потоком или растворенных веществ.

При этом подводящее отверстие имеет больший размер, чем наименьшее поперечное сечение сопла на приустьевом участке выпускной трубы. За счет этого возникает динамический напор. Таким образом, наряду с образованием завихрения текучей среды, создающего в ядре вихря вакуум, возникает дополнительный вакуумный эффект, а именно в направлении поступательного движения за счет эффекта Вентури в выпускной трубе. Эффект Вентури, в свою очередь, основан на уравнении Бернулли

$$p_{\text{общ.}} = p_0 + p/2 \cdot c^2 + pgh.$$

При этом

p_0 - статическое (гидродинамическое) давление, всеобщее присутствующее в потоке;

$p/2 \cdot c^2$ - динамическое давление, которое соответствует кинетической составляющей энергии со скоростью потока c ;

pgh - геодезическая составляющая давления.

Скорость потока c , в свою очередь, вытекает из произведения угловой скорости ω и радиуса r . Радиус r проходит в продольном сечении от самой внешней точки реакционной камеры до наружной стенки выпускной трубы ($c=\omega \cdot r$). В дальнейшем угловая скорость ω соответствует также скорости вращения текучей среды.

Кроме того, за счет большой центробежной силы и трения структура текучей среды изменяется, так как у жидких текучих сред происходит изменение поверхностного натяжения и вязкости. В этом состоянии текучая среда, вращаясь, поступает во входное отверстие выпускной трубы. За счет этого образуется вихревой поток с ядром вихря высокой скорости, в центре которого в силу действия гидродинамических

законов создается вакуум. Благодаря соплу, которое находится на нижнем приустьевом участке выпускной трубы, для реализации эффекта Вентури при определенной скорости потока на эту зону вакуума накладывается создаваемый дополнительный вакуум и, таким образом, усиливается эффект. Абсолютное значение возникающего при этом пониженного давления может составлять, согласно уравнению Бернулли, < 10 мбар. За счет давления, пониженного давления и связанного с ними вихреобразования в текучей среде высвобождаются мощные механические силы. Они приводят к изменению структуры текучей среды вплоть до уменьшения поверхностного натяжения.

Органические компоненты, движущиеся вместе с текучей средой, например, бактерии и микроорганизмы, механически разрываются под действием собственного внутриклеточного давления (тургора) в зоне пониженного давления сопла. За счет области измененного давления согласно термическому уравнению состояния идеальных газов $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ начинается химическая реакция органических остатков. В зависимости от необходимой энтальпии реакции в зоне пониженного давления сопутствующие загрязнения могут вступать в реакцию. При этом происходит окисление текучей среды окислительными агентами, такими как кислород, или за счет кислорода, всасываемого из окружающего воздуха. Это происходит в зависимости от энергетического вклада в систему других окисляющих веществ - тем не менее здесь устанавливается физический предел согласно термическому уравнению состояния идеальных газов.

В EP 1294474 B2 и DE 19525920 A1 геометрия реакционной камеры такова, что вращающаяся текучая среда получает ускорение за счет сужения реакционной камеры в направлении течения потока от подводящего отверстия к направляющему устройству для текучей среды и, наконец, к нижнему приустьевому участку выпускной трубы.

Недостатком этих изобретений является большой расход энергии, необходимой для приведения текучей среды во вращение. Это обусловлено формой и вариантом реализации реакционной камеры. В результате этого экономическая целесообразность генерирования пониженного давления незначительна. Это сопровождается ограниченным, вопреки удивительно удачному принципу действия, вкладом за счет энтальпии в реакцию химических соединений или органических загрязнений без собственного внутриклеточного давления (тургора), как, например, дрожжей и грибов.

В описанном в EP 1 294 474 B2 способе и соответствующем варианте осуществления установки для вращения текучей среды требуется значительное количество энергии потока, так как возникают потери за счет появления в реакционной камере нежелательных завихрений из-за внутреннего трения в текучей среде.

Потери энергии потока могут составлять более 20%. Например, при имеющемся входном давлении в насосе 6 бар вся реакторная установка, в зависимости от варианта осуществления, на выходе располагает давлением всего 2-3 бар. Кроме того, учитывая, что требуется не менее 1 бар, чтобы создать в сопле для реализации эффекта Вентури пониженное давление, и то, что ввиду внутреннего трения в текучей среде на поверхностях также необходимо давление, потери по давлению из-за внутреннего трения в текучей среде составят не менее 20-30%. К тому же из-за нежелательных завихрений в реакционной камере возникают большие зоны кавитации. Завихрения могут привести к нежелательному абразивному изнашиванию стенок реакционной камеры, а также к разрушению участков реакционной камеры и / или сопла как самого слабого звена с точки зрения механики.

Задача данного изобретения заключается в том, чтобы предложить предпочтительный вариант устройства и предпочтительный вариант способа эксплуатации этого устройства, которые снизят потери энергии потока в реакционной камере за счет оптимизированной геометрии реакционной камеры, а именно - осесимметричной до входного отверстия выпускной трубы. Далее, задача изобретения состоит в том, что за счет устройства согласно изобретению достигается большее ускорение текучей среды в реакционной камере при том же потреблении энергии. Кроме того, за счет изобретения уменьшается образование нежелательных завихрений, генерируемых в реакционной камере из-за внутреннего трения в текучей среде.

За счет изменяющегося давления ввиду образования завихрений режима в реакционной камере более эффективно обеспечивается достигнутое благодаря предложенному способу уменьшение, механическое разрушение и размельчение растворенных в текучей среде посторонних веществ, которое происходит под действием силы трения и центробежной силы.

Благодаря этому очищение и подготовка текучих сред происходит быстрее, экономичнее, компактнее, экологичнее и продуктивнее.

Далее, задача изобретения состоит в применении устройства, согласно изобретению, и способа, согласно изобретению, а также устройства для реализации способа.

Эта задача решается с помощью признаков, изложенных в п.1 и 10 формулы. Предпочтительные варианты осуществления устройства, способа и применения согласно изобретению даны в пп.2-9 и 11-13 формулы.

Согласно изобретению задача решается с помощью реакторной установки для гидродинамической обработки текучих сред на основе механических, физических и химических процессов.

Далее, задача решается с помощью гидродинамической реакторной установки для приема текучей среды с целью генерирования по меньшей мере одного проходящего вихря. Реакторная установка состо-

ит из корпуса и выпускной трубы, причем с помощью контактирующих с текучей средой внутренних стенок, корпус образует полость, в дальнейшем называемую реакционной камерой. Полость имеет симметрию вращения вокруг продольной оси и служит для проведения текучей среды. Реакционная камера разделена в направлении течения текучей среды на верхнюю и нижнюю часть. Верхняя часть реакционной камеры содержит верхнюю поверхность, поверхность основания, а также зону перехода от верхней поверхности к поверхности основания. Кроме того, верхняя часть реакционной камеры имеет в зоне перехода от верхней поверхности к поверхности основания наибольший радиус, а именно относительно наружной стенки выпускной трубы. В зоне перехода от верхней поверхности к поверхности основания выполнено, по меньшей мере, одно подводящее отверстие, расположенное тангенциально к боковой поверхности реакционной камеры. К подводящему отверстию примыкает в направлении течения текучей среды участок входа текучей среды. Верхняя поверхность и поверхность основания имеет угол наклона к продольной оси 80° - 115° . Нижняя часть реакционной камеры проходит в направлении течения на расстоянии z от перехода поверхности основания до нижнего ограничения криволинейной (изогнутой) опорной поверхности ("подошвы"). На этом участке направляющее устройство для текучей среды, выполненное восходящим (с восходящей геометрией), перенаправляет текучую среду во входное отверстие выпускной трубы. Далее, продольная ось выпускной трубы совпадает с продольной осью осесимметричной реакционной камеры. Входное отверстие выпускной трубы расположено на расстоянии a от нижнего по направлению течения (по текучей среде) ограничения криволинейной опорной поверхности ("подошвы").

В реакционную камеру реакторной установки вводят текучую среду. Текучие среды и/или флюиды в терминах изобретения - это жидкие и /или газообразные вещества и /или смеси из жидких и /или газообразных веществ.

Предпочтительной текучей средой является жидкость. В одном из вариантов осуществления изобретения в качестве текучей среды в реакторную установку подается по меньшей мере одна чистая (ньютоновская) жидкость. В другом варианте осуществления изобретения в качестве текучей среды в реакторную установку подается больше одной жидкости. Наиболее предпочтительной текучей средой является жидкость на водной основе и /или водный раствор, то есть содержащая воду.

В следующем варианте осуществления изобретения в реакторную установку подается смесь по меньшей мере из одной жидкости и по меньшей мере одного газа. В следующем варианте осуществления изобретения в реакторную установку подается более одной смеси по меньшей мере из одной жидкости и по меньшей мере одного газа.

В альтернативном варианте осуществления изобретения в реакторной установке в качестве текучей среды обрабатывают, по меньшей мере, и исключительно одно газообразное вещество и/или одну газообразную смесь. В специальном варианте осуществления изобретения в реакторную установку подается по меньшей мере один газ.

В реакционной камере гидродинамической обработке подвергают по меньшей мере одну подведенную текучую среду и /или по меньшей мере один образованный проходящий вихрь текучей среды. Под гидродинамической обработкой текучей среды в гидродинамической реакторной установке согласно изобретению подразумевается, что текучая среда в качестве объемного расхода проходит в реакционную камеру по меньшей мере через одно подводящее отверстие и примыкающий к нему в направлении течения участок входа текучей среды. При этом направление течения всегда подразумевает направление течения текучей среды.

За счет геометрии и конструкции реакционной камеры образуется по меньшей мере один проходящий (обрабатываемый) вихрь текучей среды. При этом происходит "выворачивание", по меньшей мере, одного вихря текучей среды и разрыв растворенных в ней органических компонентов с внутриклеточным давлением (тургором). Таким образом по меньшей мере один сгенерированный проходящий вихрь текучей среды получает в реакторной установке гидродинамическую обработку, в том числе первичную обработку, очистку и дезинфекцию.

Гидродинамическая обработка по меньшей мере одного проходящего вихря текучей среды реализуется с помощью гидродинамической реакторной установки согласно изобретению и предлагаемого в рамках изобретения способа эксплуатации этой реакторной установки. За счет гидродинамической обработки, по меньшей мере, одного сгенерированного вихря текучей среды происходит целесообразное обменное разложение и /или механическое и физическое разрушение и /или радикализация находящихся в текучей среде химических веществ или микроорганизмов.

Благодаря геометрии и форме осуществления реакторной установки согласно изобретению, особенно реакционной камеры, а именно верхней части реакционной камеры, предполагается меньшее потребление электроэнергии и /или экономия энергии потока и меньшее давление для ускорения текучей среды. С другой стороны, при том же потреблении электроэнергии обеспечивается увеличенная частота вращения текучей среды и, таким образом, большее ускорение и большая эффективность реакторной установки. Этим обосновывается улучшение способа согласно изобретению при разрушении и размельчении, например, микроорганизмов, так как в реакторной установке согласно изобретению индуцируется более высокая скорость вращения вихря.

Реакторная установка состоит из нескольких компонентов и/или частей, таких, например, как корпус и выпускная труба, которые будут подробно рассмотрены ниже.

Корпус выполнен из прочного материала и представляет собой полое внутри тело. С помощью контактирующих с текучей средой внутренних стенок корпус образует полость, в дальнейшем называемую реакционной камерой. Полость обладает симметрией вращения вокруг оси вращения. Таким образом, реакционная камера осесимметрична относительно оси вращения. Ось вращения реакционной камеры в дальнейшем называется продольной осью.

Все данные, приведенные далее в связи с компонентами и / или частями реакторной установки, всегда относятся к половине реакторной установки в продольном сечении. Конструкция второй половины реакторной установки по другую сторону продольной оси совпадает с первой, так как в продольном сечении реакторная установка имеет зеркально симметричную конструкцию.

Наружные стенки корпуса могут быть любой геометрической формы. Корпус предпочтительно выполнен осесимметричным.

В продольном сечении реакторной установки горизонтально (то есть вертикально к продольной оси) проходит условная средняя плоскость. Согласно варианту осуществления изобретения средняя плоскость проходит через верхнюю часть корпуса и реакционной камеры. В другом варианте осуществления изобретения средняя плоскость проходит через верхнюю часть корпуса и реакционной камеры. В предпочтительном варианте осуществления изобретения средняя плоскость проходит через центральные точки участка входа текучей среды, который примыкает в направлении течения, по меньшей мере, к одному подводящему отверстию.

В рабочем положении (в смонтированном виде) корпус разделен относительно этой средней плоскости на верхнюю и нижнюю часть. В рабочем положении верхняя часть корпуса находится над средней плоскостью, а нижняя часть корпуса примыкает под средней плоскостью в направлении течения текучей среды.

Под направлением течения текучей среды подразумевается направление потока проходящей через реакторную установку текучей среды. В рабочем положении текучая среда течет вниз и при прохождении у нижнего ограничения опорной поверхности ("подошвы") нижней части реакционной камеры перенаправляется в рабочем положении вверх (в направлении, противоположном первоначальному) во входное отверстие выпускной трубы. В одном варианте осуществления текучая среда вытекает из реакторной установки через выходное (выпускное) отверстие выпускной трубы в более высоком в рабочем положении месте, чем она поступила в реакторную установку через, по меньшей мере, одно подводящее отверстие.

В одном варианте осуществления корпус содержит по меньшей мере два отверстия. По меньшей мере два отверстия включают одно отверстие для подводящей трубы, предназначенное для притока (подвода) среды, а также одно центрально расположенное по продольной оси в верхней части корпуса отверстие для выпускной трубы, предназначенное для выхода среды. В другом, наиболее предпочтительном варианте осуществления корпус содержит, кроме того, более одного отверстия для нескольких подводящих труб и притоков среды, например, два, три, четыре или более отверстий.

В другом предпочтительном варианте осуществления корпус содержит дополнительное отверстие. Это отверстие расположено центрально по продольной оси в рабочем положении в самой нижней части корпуса для установки направляющего устройства для текучей среды.

Корпус содержит предпочтительно по меньшей мере одно отверстие для выпускной трубы, по меньшей мере одно отверстие для установки направляющего устройства для текучей среды, а также по меньшей мере одно отверстие для подводящей трубы.

Таким образом, в верхнюю часть реакционной камеры может быть направлено более одной текучей среды, а для ввода объемных расходов в реакционную камеру потребляется меньше энергии. Объемные расходы могут исходить из трубопроводов главного притока или разных подводящих линий. Далее, объемные расходы могут состоять из одной и той же текучей среды или различных текучих сред.

Реакционная камера может быть любой геометрической формы. В другом наиболее предпочтительном варианте осуществления реакционная камера выполнена осесимметричной.

Реакционная камера осесимметрична относительно продольной оси и образуется внутренними стенками корпуса. В одном варианте осуществления внутренние стенки корпуса контактируют с текучей средой. Контактующие с текучей средой внутренние стенки корпуса далее по тексту называются стенками проводящей текучую среду реакционной камеры. Реакционная камера разделена по текучей среде на верхнюю и нижнюю часть.

Реакционная камера принимает поступающую по меньшей мере через одно подводящее отверстие текучую среду. Текучая среда в виде потока, далее по тексту называемого также объемным расходом, по меньшей мере через одно подводящее отверстие направляется к участку входа текучей среды в верхнюю часть осесимметричной реакционной камеры, проводящей текучую среду, и далее образует завихрение.

Выбор скорости потока зависит от соответствующих свойств текучей среды и может быть рассчитан исходя из прочности связи побочной валентности и /или жесткости молекул. Для ввода текучей среды в верхнюю часть реакционной камеры выбирают предпочтительно высокую скорость.

Поскольку реакционная камера образуется за счет контактирующих с текучей средой внутренних стенок корпуса, аналогично корпусу она содержит отверстия. Поэтому реакционная камера имеет по меньшей мере два отверстия. Одно отверстие - для подводящей трубы, которая образует в сечении расположенное тангенциально к боковой поверхности верхней части реакционной камеры подводящее отверстие для текучей среды. Второе - отверстие для выпускной трубы, предназначенное для выхода текучей среды и расположенное центрально по продольной оси в верхней части реакционной камеры. В другом, наиболее предпочтительном варианте осуществления реакционная камера содержит, кроме того, также более одного подводящего отверстия, например, два, три, четыре или более подводящих отверстий.

Реакционная камера и отверстия для подвода (поступления) и выхода текучей среды образованы и расположены относительно друг друга таким образом, что в обрабатываемой текучей среде при протекании через реакционную камеру от по меньшей мере одного подводящего отверстия к выходному (выпускному) отверстию создается максимально большое напряжение сдвига (касательные напряжения), возникающее за счет трения отдельных слоев потока друг с другом и со стенками реакционной камеры.

В другом предпочтительном варианте осуществления реакционная камера содержит дополнительное отверстие. Это отверстие расположено по центру по продольной оси у нижнего ограничения опорной поверхности ("подшвы") реакционной камеры и предназначено для установки направляющего устройства для текучей среды.

В наиболее предпочтительном варианте реакционная камера содержит, по меньшей мере, одно отверстие для выпускной трубы по меньшей мере одно отверстие для установки направляющего устройства для текучей среды, а также по меньшей мере одно подводящее отверстие.

Реакционная камера предпочтительно содержит два подводящих отверстия. Через них в реакционную камеру направляют предпочтительно два или более двух объемных расходов. При этом скорость объемных расходов необходимо выбирать так, чтобы мог образоваться гидродинамический турбулентный пограничный слой, а объемные расходы имели бы разность скоростей. Предпочтительно выбирают комбинацию из поступательного движения и одновременного вращательного движения так, чтобы объемные расходы соприкасались.

В одном варианте осуществления все стенки реакционной камеры контактируют с текучей средой, вводимой по меньшей мере через одно подводящее отверстие. В альтернативном варианте осуществления только часть стенок реакционной камеры контактирует с текучей средой, вводимой по меньшей мере через одно подводящее отверстие.

В рабочем положении реакционная камера разделена по продольной плоскости в направлении течения на верхнюю и нижнюю части, каждая из которых является осесимметричной. Согласно изобретению, под верхней частью реакционной камеры подразумевается та часть, в которой текучая среда вводится, по меньшей мере, через одно подводящее отверстие. При этом верхняя часть реакционной камеры проходит, относительно продольной оси средней плоскости, от, по меньшей мере, одного подводящего отверстия для подвода (поступления) текучей среды до наружной стенки выпускной трубы.

В одном варианте осуществления верхняя часть реакционной камеры содержит верхнюю поверхность и поверхность основания, каждая из которых образуется за счет стенок реакционной камеры.

Верхняя поверхность содержит участок, проходящий от стенки верхней реакционной камеры, в рабочем положении от верхней зоны по меньшей мере одного подводящего отверстия и примыкающего участка входа текучей среды, до завершения наружной стенкой выпускной трубы. Поверхность основания образуется стенкой верхней реакционной камеры и содержит поверхность, которая проходит от нижней в рабочем положении зоны по меньшей мере одного подводящего отверстия и примыкающего участка входа текучей среды, до нижней части реакционной камеры.

В предпочтительном варианте под радиусом r_1 подразумевается расстояние от поверхности основания верхней части реакционной камеры до наружной стенки выпускной трубы вдоль плоскости, параллельной средней плоскости. Далее, недостаток решения согласно EP 1294474 B2, а именно потери давления, устраняется за счет того, что в предлагаемом изобретении радиус r_1 в направлении течения остается постоянным и/или непрерывно уменьшается. В предпочтительном варианте осуществления r_1 значительно больше расстояния b между поверхностью основания и верхней поверхностью.

Далее, верхняя часть реакционной камеры содержит зону перехода от верхней поверхности к поверхности основания. В предпочтительном варианте зона перехода от верхней поверхности к поверхности основания представляет в продольном сечении реакторной установки круговой или эллиптический сектор. В другом варианте осуществления зона перехода от верхней поверхности к поверхности основания может иметь разные геометрические формы. Далее, зона перехода от верхней поверхности к поверхности основания представляет в продольном сечении реакторной установки самую удаленную относительно наружной стенки выпускной трубы точку реакционной камеры.

Расстояние от зоны перехода от верхней поверхности к поверхности основания в верхней части реакционной камеры до наружной стенки выпускной трубы вдоль средней плоскости является наибольшим радиусом реакционной камеры и далее по тексту обозначается как наибольший радиус $r_{\text{макс.}}$. При этом, $r_{\text{макс.}}$ проходит в одном варианте осуществления вдоль средней плоскости, т.е. от зоны перехода между

верхней поверхностью и поверхностью основания верхней части реакционной камеры через центральную точку участка входа текучей среды до наружной стенки выпускной трубы. Согласно уравнению импульса вращения $L = m\omega r$, где m - поток массы, через вычисленную по уравнению Бернулли и законам поведения вихрей угловую скорость или скорость вращения, нельзя получить давление пара текучей среды в зоне $r_{\text{макс.}}$. При этом для потока массы справедливо: $m = V \cdot \rho$, где V - объемный расход, а ρ - плотность текучей среды. Для постоянного потока массы m и для постоянного импульса вращения L заметно возрастает частота вращения и, таким образом, угловая скорость ω текучей среды при уменьшении $r_{\text{макс.}}$.

В предпочтительном варианте верхняя часть реакционной камеры имеет в зоне перехода от верхней поверхности к поверхности основания, по меньшей мере, одно подводящее отверстие, расположенное тангенциально к поперечному сечению боковой поверхности верхней части реакционной камеры. Через это подводящее отверстие текучая среда поступает в реакционную камеру.

Таким образом, в предпочтительном варианте осуществления по меньшей мере одно подводящее отверстие расположено на явно выраженном наибольшем расстоянии $r_{\text{макс.}}$ верхней части реакционной камеры между зоной перехода от верхней поверхности к поверхности основания и наружной стенкой выпускной трубы вдоль средней плоскости. За счет этого обеспечивается предпочтительно более длинный участок ускорения для текучей среды в верхней части реакционной камеры.

По меньшей мере к одному подводящему отверстию примыкает по текучей среде участок входа текучей среды в верхней части реакционной камеры, который имеет предпочтительно в продольном сечении относительно реакторной установки круглый (кольцеобразный) участок с диаметром d_z .

В предпочтительном варианте осуществления верхняя поверхность и поверхность основания верхней части реакционной камеры имеют между собой по направлению течения от зоны перехода между верхней поверхностью и поверхностью основания до перехода поверхности основания в нижнюю часть реакционной камеры максимально возможное постоянное расстояние b . Максимально возможное постоянное расстояние b между верхней поверхностью и поверхностью основания соответствует при этом предпочтительно одному-трем диаметрам d_z участка входа текучей среды ($b \leq 3 d_z$). Если расстояние b постоянно, постоянное расстояние b одновременно соответствует наибольшему расстоянию $b_{\text{макс.}}$ между верхней поверхностью и поверхностью основания (исходя из продольного сечения реакторной установки).

Постоянное расстояние между верхней поверхностью и поверхностью основания наиболее предпочтительно (для целесообразного ускорения текучей среды) соответствует одному диаметру d_z участка входа текучей среды ($b = d_z$). Благодаря этому верхняя часть реакционной камеры представляет собой относительно тонкий и плоский участок для поступающей текучей среды. В этом случае верхняя часть реакционной камеры будет иметь в продольном сечении реакторной установки форму диска или тарелки.

В альтернативном предпочтительном варианте осуществления верхняя поверхность и поверхность основания имеют между собой по направлению течения текучей среды от зоны перехода между верхней поверхностью и поверхностью основания до перехода поверхности основания в нижнюю часть реакционной камеры уменьшающееся расстояние b . Расстояние b предпочтительно уменьшается непрерывно в направлении выпускной трубы по направлению течения текучей среды. При этом расстояние от верхней поверхности до поверхности основания при по меньшей мере одном подводящем отверстии и примыкающем в направлении течения участке входа текучей среды является наибольшим ($b_{\text{макс.}}$) и соответствует предпочтительно одному - трем диаметрам d_z участка входа текучей среды ($b_{\text{макс.}} \leq 3 d_z$). Расстояние от верхней поверхности до поверхности основания при по меньшей мере одном подводящем отверстии и примыкающем в направлении течения участке входа текучей среды соответствует предпочтительно одному диаметру d_z участка входа текучей среды ($b = d_z$). При уменьшающемся расстоянии b условная промежуточная плоскость проходит через центральную точку участка входа текучей среды параллельно верхней поверхности верхней части реакционной камеры.

За счет уменьшающегося расстояния b достигается предпочтительно, на основе уравнения импульса вращения, большее ускорение введенной текучей среды. Далее, это дополнительное сужение верхней части реакционной камеры ведет к увеличению вязкости текучей среды, $E = V/b$. При этом V - объемный расход, b - расстояние между верхней поверхностью и поверхностью основания.

Согласно уравнению непрерывности для объемного расхода объемный расход в трубопроводе всегда постоянен. Это неизменно и в том случае, если изменяется поперечное сечение трубопровода. Также это называется эффектом Вентури и образует основу для закона Бернулли. На основе уравнения непрерывности $V = c \cdot A$ (где V - объемный расход, c - средняя скорость потока и A - площадь поперечного сечения на рассмотренном участке) средняя скорость потока увеличивается с уменьшением площади поперечного сечения. За счет этого увеличивается импульс вращения.

Если принять участок входа текучей среды за плоскость потока b_0 , то необходимо выбирать находящуюся под или следующую за ней плоскость потока b_1 в продольном сечении в радиусе r от самой внешней точки реакционной камеры до наружной стенки выпускной трубы этой последующей плоскости потока b_1 так, чтобы следующая из этого угловая скорость ω_1 была по меньшей мере в 1,5 раза больше угловой скорости ω_0 на участке входа текучей среды.

Далее, верхняя часть реакционной камеры имеет в плане предпочтительно форму диска или тарелки.

Согласно изобретению верхняя поверхность и поверхность основания имеют угол наклона α от 80 до 115°, предпочтительно от 90 до 110°, наиболее предпочтительно 90°.

При этом под углом наклона подразумевается угол, который, исходя из продольного сечения в рабочем положении, образуется относительно продольной оси реакционной камеры.

Угол наклона при $\alpha=90^\circ$ образуется от средней плоскости к продольной оси, причем средняя плоскость проходит через центральные точки участка входа текучей среды. Это справедливо как для остающегося неизменным расстояния b между верхней поверхностью и поверхностью основания (в этом случае средняя плоскость проходит параллельно обеим), как и для уменьшающегося расстояния b между верхней поверхностью и поверхностью основания. Угол наклона при $\alpha=90^\circ$ всегда относится к образуемому в рабочем положении углу под средней плоскостью, т.е. от средней плоскости к продольной оси реакционной камеры. Разрез продольной оси со средней плоскостью представляет прямоугольную систему координат. Таким образом, угол наклона $\alpha=90^\circ$ всегда относится к третьему и/или четвертому квадранту прямоугольной системы координат.

Углы наклона $\alpha>90^\circ$ или $\alpha<90^\circ$ образуются от условной промежуточной плоскости к продольной оси, причем условная промежуточная плоскость проходит через центральные точки участка входа текучей среды и параллельно верхней поверхности верхней части реакционной камеры. Это справедливо как для остающегося неизменным расстояния b между верхней поверхностью и поверхностью основания (в этом случае условная промежуточная плоскость проходит параллельно обеим), как и для уменьшающегося расстояния b между верхней поверхностью и поверхностью основания. Углы наклона $\alpha>90^\circ$ или $\alpha<90^\circ$ всегда относятся к образуемому в рабочем положении углу под условной промежуточной плоскостью, т.е. от условной промежуточной плоскости к продольной оси реакционной камеры. При угле наклона $\alpha<90^\circ$ требуется немного большее давление, чем при $\alpha>90^\circ$. При угле наклона $\alpha>90^\circ$ введенная текучая среда имеет падающее вниз в направлении течения направление втекания в реакционную камеру.

При угле наклона $\alpha=90^\circ$ введенная текучая среда остается на одном уровне, и только при переходе в нижнюю часть реакционной камеры начинает двигаться по нисходящей в направлении течения. Расстояние b соответствует при угле наклона $\alpha = 90^\circ$ высоте верхней части реакционной камеры в рабочем положении.

В одном варианте осуществления угол наклона α имеет для обеих частей реакторной установки (т.е. слева и справа от продольной оси) в продольном сечении одинаковые значения. Конструкция второй половины реакторной установки по другую сторону продольной оси одна и та же, так как в продольном сечении реакторная установка имеет зеркально симметричную конструкцию. В альтернативном варианте осуществления изобретения значения угла наклона α на обеих половинах реакторной установки в продольном сечении отличаются.

Согласно изобретению за счет тарелко- или чашеобразной осесимметричной формы верхней части реакционной камеры в продольном сечении реакторной установки значительно улучшаются характеристики и производительность гидродинамической обработки текучих сред, подверженных в реакционной камере сильному трению до направляющего устройства для текучей среды. Недостатки образования завихрения текучей среды в сердцевидной реакторной установке, как, например, раскрыто в EP 1294474 B2, уменьшены или полностью устранены.

Под нижней частью реакционной камеры подразумевается часть, следующая за верхней частью реакционной камеры в рабочем положении и в направлении течения текучей среды и образуемая за счет контактирующих с текучей средой внутренних стенок нижней части корпуса.

Нижняя часть реакционной камеры содержит поверхность основания, которая примыкает к поверхности основания верхней части реакционной камеры.

Поверхность основания нижней части реакционной камеры начинается с места, на котором расстояние b между верхней поверхностью и поверхностью основания верхней части реакционной камеры перестает быть постоянным и/или уменьшаться, а увеличивается. Далее в тексте это место называется переходом поверхности основания нижней части реакционной камеры. При этом переход поверхности основания нижней части реакционной камеры включает только поверхность основания, проходящую от верхней части реакционной камеры, и уже не включает верхнюю поверхность, поскольку верхняя поверхность уже в верхней части реакционной камеры выходит в наружную стенку выпускной трубы.

Расстояние, проходящее от наружной стенки выпускной трубы до начала перехода поверхности основания нижней части реакционной камеры в направлении течения, соответствует радиусу r_3 . При этом радиус r_3 не может быть равен или превышать радиус r_1 или наибольший радиус $r_{\text{макс}}$ верхней части реакционной камеры.

В предпочтительном варианте осуществления r_1 по меньшей мере в два раза больше диаметра d_z участка входа текучей среды ($r_1 > \frac{1}{2}d_z$). В наиболее предпочтительном варианте осуществления r_1 по меньшей мере больше суммы диаметра участка входа текучей среды d_z и расстояния r_3 от перехода по-

верхности основания нижней части реакционной камеры к наружной стенке выпускной трубы ($r_1 > d_z + r_3$).

В одном варианте осуществления переход поверхности основания нижней части реакционной камеры может быть любой геометрической формы. В предпочтительном варианте осуществления переход поверхности основания нижней части реакционной камеры может быть изогнутым. В другом варианте осуществления переход поверхности основания нижней части реакционной камеры резко изгибается от поверхности основания верхней части реакционной камеры к продольной оси.

В одном варианте осуществления нижняя часть реакционной камеры имеет по направлению течения текучей среды расстояние до наружной стенки выпускной трубы, сокращающееся от перехода поверхности основания нижней части реакционной камеры к опорной поверхности ("подошве") нижней части реакционной камеры.

В предпочтительном варианте сокращающееся расстояние непрерывно. За счет этого текучая среда ускоряется быстрее, и потери давления в реакционной камере уменьшаются.

В альтернативном варианте осуществления нижняя часть реакционной камеры имеет по направлению течения текучей среды расстояние до наружной стенки выпускной трубы, резко уменьшающееся от перехода поверхности основания к опорной поверхности ("подошве").

Нижняя часть реакционной камеры проходит в направлении течения текучей среды от перехода поверхности основания нижней части реакционной камеры до нижнего ограничения опорной поверхности ("подшвы").

Опорная поверхность ("подошва") нижней части реакционной камеры образует нижнее в рабочем положении ограничение нижней части реакционной камеры и продолжается в качестве стенки от перехода поверхности основания нижней части реакционной камеры.

В одном варианте осуществления опорная поверхность ("подошва") начинается по направлению течения текучей среды от изгиба перехода поверхности основания нижней части реакционной камеры.

В одном варианте осуществления стенка опорной поверхности ("подшвы") нижней части реакционной камеры может быть любой геометрической формы. В предпочтительном варианте опорная поверхность ("подошва") изогнута. В предпочтительном варианте опорная поверхность ("подошва") имеет вогнутый изгиб. При этом под вогнутым изгибом подразумевается вогнутость, в продольном сечении выступающая наружу, т.е. вниз в рабочем положении. В альтернативном варианте осуществления опорная поверхность ("подошва") выполнена в форме параболоида. В другом альтернативном варианте осуществления опорная поверхность ("подошва") имеет другой контур, например, многоугольный.

За счет предпочтительно изогнутой опорной поверхности ("подшвы") линия стенок нижней части реакционной камеры поворачивает и направление потока текучей среды изменяется. При этом предпочтительно большая часть обрабатываемых в текучей среде компонентов, например, органических компонентов разрывается из-за изменения направления вихря текучей среды.

Изогнутая опорная поверхность ("подошва") нижней части реакционной камеры содержит в рабочем положении нижнее ограничение, которое проходит вдоль нижней зоны нижней части реакционной камеры.

При этом расстоянием z называется расстояние, на котором нижняя часть реакционной камеры проходит от перехода поверхности основания нижней части реакционной камеры до нижнего ограничения изогнутой опорной поверхности ("подшвы"). Другими словами, под этим подразумевается расстояние от места, в котором расстояние b между верхней поверхностью и поверхностью основания верхней части реакционной камеры перестает быть постоянным и/или уменьшаться, а начинает увеличиваться.

В одном варианте осуществления расстояние z может варьироваться. В предпочтительном варианте осуществления расстояние z равно по меньшей мере половине диаметра участка входа текучей среды d_z ($z \geq \frac{1}{2}d_z$) с целью создания трения внутри завихрения текучей среды.

В одном варианте осуществления в нижнем ограничении опорной поверхности ("подшвы") нижней части реакционной камеры используется направляющее устройство для текучей среды, имеющее восходящую геометрическую форму, продольная ось которого совпадает с продольной осью осесимметричной реакционной камеры. В случае использования направляющего устройства для текучей среды линия нижней частей реакционной камеры проходит от нижнего ограничения опорной поверхности ("подшвы") до самого направляющего устройства для текучей среды и/или его выступа.

По меньшей мере, одно подводящее отверстие находится в верхней части реакционной камеры. Через, по меньшей мере, одно подводящее отверстие осуществляется, таким образом, подвод текучей среды в верхнюю часть реакционной камеры.

Корпус содержит предпочтительно по меньшей мере одно отверстие для подводящей трубы, через которое текучая среда вводится по меньшей мере в одну подводящую трубу через по меньшей мере одно образованное и расположенное тангенциально к поперечному сечению боковой поверхности подводящее отверстие в верхнюю часть реакционной камеры. В предпочтительном варианте осуществления подвод текучей среды в реакционную камеру только через одно подводящее отверстие требует меньшего расхода энергии.

В предпочтительном варианте осуществления текучая среда вводится в верхнюю часть реакционной камеры через более, чем одно подводящее отверстие, расположенное тангенциально к боковой по-

верхности верхней части реакционной камеры, например, через два, три, четыре или более подводящих отверстий. В другом предпочтительном варианте осуществления верхняя часть реакционной камеры содержит два подводящих отверстия, противоположащих относительно продольного сечения в верхней части реакционной камеры.

Обрабатываемая текучая среда вводится из расположенной за пределами реакторной установки подводящей трубы через отверстие в корпусе и из примыкающего образованного по меньшей мере одного подводящего отверстия в верхнюю часть осесимметричной реакционной камеры. Подводящая труба для подвода текучей среды соответствует главному притоку или отходящим от него трубопроводам.

Подводящая труба ведет через отверстие в корпусе и в поперечном сечении тангенциально пересекает боковую поверхность верхней части реакционной камеры, за счет чего образуется усеченный круговой цилиндр и, таким образом, по меньшей мере, одно подводящее отверстие. Таким образом, обрабатываемая текучая среда поступает тангенциально к поперечному сечению боковой поверхности верхней части реакционной камеры через по меньшей мере одно подводящее отверстие в верхнюю часть реакционной камеры.

В одном варианте осуществления подводящая труба представляет подводящий трубопровод и, таким образом, удлинённый пустотелый корпус, предпочтительно трубу круглого сечения. По меньшей мере одно подводящее отверстие имеет вследствие пересечения подводящей трубы с боковой поверхностью верхней части реакционной камеры круглое или эллиптическое сечение.

По меньшей мере к одному подводящему отверстию примыкает в направлении течения в верхней части реакционной камеры участок входа текучей среды, который принимает и перенаправляет дальше поступающую текучую среду через по меньшей мере одно подводящее отверстие в реакционную камеру. Участок входа текучей среды имеет диаметр d_z . В предпочтительном варианте осуществления по меньшей мере одно подводящее отверстие и примыкающий в направлении течения текучей среды участок входа текучей среды расположены в зоне перехода от верхней поверхности к поверхности основания. В другом наиболее предпочтительном варианте осуществления центральная точка участка входа текучей среды расположена вдоль средней плоскости.

В одном варианте осуществления через подводящее отверстие в примыкающий участок входа текучей среды верхней части реакционной камеры направляют только одну текучую среду. В альтернативном варианте осуществления изобретения в реакционную камеру предпочтительно через каждое подводящее отверстие подается более одной текучей среды. В качестве альтернативы через одно и то же подводящее отверстие в реакционную камеру направляют более одной текучей среды. При этом текучие среды могут быть идентичными или различными. При этом текучие среды могут исходить из главного притока или отходящих от него трубопроводов или других подводящих труб.

Выпускная труба выполнена в форме сквозного полого цилиндра. Она герметично вводится в отверстие, расположенное центрально по продольной оси в верхней части корпуса в продольном сечении реакторной установки.

В специальном варианте осуществления изобретения выпускная труба состоит из нескольких цилиндрических полых частей. В рамках изобретения выпускная труба подразделяется на верхнюю и нижнюю части.

В одном варианте осуществления выпускная труба является регулируемой и перемещаемой относительно центрально расположенного отверстия в корпусе и, таким образом, относительно реакционной камеры по продольной оси. Вследствие этого выпускная труба предпочтительно адаптируется к свойствам и процессу обработки текучей среды. Регулировка выпускной трубы осуществляется с помощью механического устройства регулировки. Выпускная труба установлена на жестко соединенном с корпусом или зафиксированном относительно него осевом подшипнике таким образом, что регулировка по продольной оси возможна также во время работы без изменения места сопряжения корпуса с трубопроводом главного притока или других подводящих линий. За счет этого в любой момент рабочие параметры можно легко адаптировать в соответствии с потребностями.

Выпускная труба совпадает по своей продольной оси с продольной осью осесимметричной реакционной камеры. Выпускная труба имеет радиус r_2 , измеренный от продольной оси к наружной стенке выпускной трубы. В одном варианте осуществления расстояние r_2 постоянно на всех участках выпускной трубы. В альтернативном варианте осуществления расстояние r_2 не является постоянным на разных участках выпускной трубы. Это зависит от изменяющегося расстояния между наружной и внутренней стенками выпускной трубы, которое называется толщиной стенки d .

В одном варианте осуществления внутренние стенки выпускной трубы контактируют с текучей средой и, таким образом, являются проводящими.

Верхняя в рабочем положении часть выпускной трубы находится в верхней части реакционной камеры и/или вне корпуса. В верхней части выпускная труба имеет верхний приустьевой участок, который выступает из корпуса и может быть выполнен в форме зрительной трубы. Конец верхнего приустьевого участка выполнен в форме выходного (выпускного) отверстия для текучей среды и находится за пределами корпуса. Здесь происходит выход (вытекание) текучей среды из реакторной установки.

Полное сечение выходного (выпускного) отверстия складывается из живого сечения и толщины

стенки выпускной трубы: $d_{\text{общ.}} = 2 \cdot r_2 = 2 \cdot (d + d_{\text{жив.}})$. Живое сечение $d_{\text{жив.}}$ выходного (выпускного) отверстия, через которое перенаправленная текучая среда вытекает из выпускной трубы, представляет расстояние между двумя противоположными, контактирующими с текучей средой внутренними стенками выпускной трубы на конце верхнего приустьевых участка. Расстояние вычисляется из разницы полного сечения выходного (выпускного) отверстия с толщинами стенок: $d_{\text{жив.}} = d_{\text{общ.}} - (2 \cdot d) = (2 \cdot r_2) - (2 \cdot d)$.

Нижняя в рабочем положении часть выпускной трубы находится преимущественно в нижней части реакционной камеры и/или на опорной поверхности ("подошве") нижней части реакционной камеры. В нижней части выпускная труба имеет нижний приустьевых участок, который примыкает по направлению течения текучей среды к входному отверстию выпускной трубы. Приустьевых участок нижней части выпускной трубы доходит по продольной оси почти до нижнего ограничения опорной поверхности ("подошвы") нижней части реакционной камеры. Конец нижнего приустьевых участка выполнен в виде входного отверстия для перенаправленной у опорной поверхности ("подошвы") текучей жидкости, расположенного плоско и вертикально продольной оси.

Полное сечение входного отверстия складывается из живого сечения и толщины стенки выпускной трубы: $d_{\text{общ.}} = 2 \cdot r_2 = 2 \cdot (d + d_{\text{жив.}})$. Живое сечение $d_{\text{жив.}}$ входного отверстия, через которое перенаправленная текучая среда попадает в выпускную трубу, представляет расстояние между двумя противоположными, контактирующими с текучей средой внутренними стенками выпускной трубы на конце нижнего приустьевых участка. Расстояние вычисляется из разницы полного сечения входного отверстия с толщинами стенок: $d_{\text{жив.}} = d_{\text{общ.}} - (2 \cdot d) = (2 \cdot r_2) - (2 \cdot d)$. Входное и выходное отверстия предпочтительно имеют одинаковое значение живого сечения $d_{\text{жив.}}$. Далее живое сечение $d_{\text{жив.}}$ предпочтительно уменьшается только в области сопла для реализации эффекта Вентури.

Согласно изобретению входное отверстие выпускной трубы расположено на расстоянии α от нижнего в направлении течения ограничения криволинейной опорной поверхности ("подошвы") нижней части реакционной камеры. В одном варианте осуществления входное отверстие расположено на изменяющемся расстоянии α от нижнего ограничения криволинейной опорной поверхности ("подошвы"). В другом варианте осуществления входное отверстие расположено на незначительном расстоянии α от нижнего ограничения криволинейной опорной поверхности ("подошвы"). Предпочтительно расстояние α между входным отверстием выпускной трубы и нижним в направлении течения ограничением криволинейной опорной поверхности ("подошвы") меньше диаметра d_z участка входа текучей среды ($\alpha < d_z$).

В одном варианте осуществления расстояние a между входным отверстием и самым нижним ограничением нижней в направлении течения части реакционной камеры равно или меньше полного сечения $d_{\text{общ.}}$ входного отверстия.

К входному отверстию выпускной трубы примыкает в направлении течения текучей среды нижний приустьевых участок выпускной трубы. В одном варианте осуществления выпускная труба на этом участке выполнена изнутри в форме полого цилиндра, с неизменным расстоянием между двумя противоположными, контактирующими с текучей средой внутренними стенками. Неизменное расстояние предпочтительно соответствует живому сечению $d_{\text{жив.}}$. Входное, выходное отверстия и участок между ними (т.е. между нижним и верхним приустьевых участками) наиболее предпочтительно имеют одинаковое значение живого сечения $d_{\text{жив.}}$.

В предпочтительном варианте осуществления приустьевых участок выпускной трубы выполнен в форме сопла для реализации эффекта Вентури, далее по тексту называемого соплом. Для реализации эффекта Вентури контактирующие с текучей средой внутренние стенки выпускной трубы содержат наиболее узкий участок, образующий сопло. Как правило, это участок с наименьшим живым сечением контактирующих с текучей средой внутренних стенок выпускной трубы. Это, в свою очередь, ведет к увеличению толщины d стенок выпускной трубы.

Если полное сечение $d_{\text{общ.}}$ входного отверстия выпускной трубы меньше диаметра участка входа текучей среды ($d_{\text{общ.}} < d_z$), то, согласно уравнению Бернулли, уменьшается давление на входном отверстии выпускной трубы. Если нижний приустьевых участок выпускной трубы выполнен в форме сопла с наименьшим живым сечением, устанавливается такое давление, при котором в сопле для реализации эффекта Вентури создается пониженное давление.

Сопло для реализации эффекта Вентури предпочтительно выполнено сменным, на случай очистки, повреждения или неисправности. В предпочтительном варианте осуществления сопло выполнено в форме сопла Вентури. В другом предпочтительном варианте осуществления сопло выполнено в форме сопла Лавала.

Направляющее устройство для текучей среды состоит из (массивного) тела. В альтернативном варианте осуществления изобретения направляющее устройство для текучей среды состоит из нескольких компонентов. При дальнейших упоминаниях направляющего устройства для текучей среды всегда будет подразумеваться верхняя в рабочем положении часть всего компонента направляющего устройства для текучей среды, который вводится в нижнюю часть реакционной камеры.

В одном варианте осуществления направляющее устройство для текучей среды герметично вводится через отверстие, расположенное центрально в самой нижней в рабочем положении части корпуса, в

нижнее ограничение опорной поверхности ("подшвы") нижней части реакционной камеры. В альтернативном варианте осуществления направляющее устройство для текучей среды является частью корпуса и, таким образом, жестко интегрировано в его самую нижнюю часть. В одном варианте осуществления продольная ось направляющего устройства для текучей среды совпадает с продольной осью осесимметричной реакционной камеры.

Направляющее устройство для текучей среды расположено перед выпускной трубой в направлении течения текучей среды. В одном варианте осуществления направляющее устройство для текучей среды имеет зеркально симметричную конструкцию относительно продольной оси реакционной камеры.

В одном варианте осуществления направляющее устройство для текучей среды имеет плоскую геометрию относительно продольной оси реакционной камеры.

В предпочтительном варианте осуществления направляющее устройство для текучей среды имеет относительно продольной оси реакционной камеры восходящую геометрическую форму, предпочтительно удлиненную, и содержит трубчатую цапфу, далее называемую выступом направляющего устройства для текучей среды, коротко - выступом.

Выступ может быть выполнен разной длины. Предпочтительно выступ выдается в опорную поверхность ("подшвы") нижней части реакционной камеры. Входное отверстие выпускной трубы расположено центрально на продольной оси реакционной камеры вместе с выступом направляющего устройства для текучей среды. В одном варианте осуществления выступ достигает входного отверстия выпускной трубы.

В наиболее предпочтительном варианте осуществления выступ предпочтительно имеет такую длину, что он достигает самой узкой части сопла, а именно участка с наименьшим живым сечением контактирующей с текучей средой внутренней стенкой выпускной трубы и, таким образом, сопла для реализации эффекта Вентури. Гидродинамическая обработка текучей среды оптимизируется за счет этого расположения.

В предпочтительном варианте осуществления направляющее устройство для текучей среды выполнено регулируемым и перемещаемым по продольной оси относительно опорной поверхности ("подшвы") корпуса и, таким образом, относительно опорной поверхности ("подшвы") реакционной камеры. Таким образом, направляющее устройство для текучей среды предпочтительно адаптируется к свойствам и процессу обработки текучей среды.

Далее, расстояние между направляющим устройством для текучей среды и входным отверстием выпускной трубы можно регулировать по продольной оси, так что при изменении положения выпускной трубы направляющее устройство для текучей среды может быть продолжено по продольной оси. Поскольку выпускная труба тоже может регулироваться со смещением по продольной оси, она, в свою очередь, может быть отрегулирована по продольной оси при изменении положения направляющего устройства для текучей среды.

Направляющее устройство для текучей среды аналогично выпускной трубе выполнено предпочтительно регулируемым и перемещаемым относительно своего отверстия в корпусе по продольной оси реакционной камеры. За счет этого предпочтительно оптимизируются режим давления и режим потока в реакционной камере. Кроме того, устройство регулировки направляющего устройства для текучей среды выполнено таким образом, что его регулировка может производиться в оптимальной зоне пониженного давления с целью перенаправления вихря текучей среды, сгенерированного реакторной установкой согласно изобретению, в выпускную трубу.

Согласно изобретению сгенерированный вихрь текучей среды перенаправляется в направляющем устройстве для текучей среды в противоположном направленному (в рабочем положении) вниз поступательному и вращательному движению по продольной оси за счет изменения направления и поступает во входное отверстие выпускной трубы.

При угле наклона $\alpha=90^\circ$ текучая среда приводится во вращение в верхней части реакционной камеры и вращается вдоль средней плоскости к выпускной трубе.

Импульс вращения текучей среды остается постоянным на всем участке верхней части реакционной камеры и предпочтительно уменьшается только при переходе текучей среды в нижнюю часть реакционной камеры за счет движения по нисходящей в направлении течения текучей среды.

Работа реакторной установки согласно изобретению основана на инициировании физических, механических и химических реакций посредством создания в реакционной камере подходящего режима давления.

Интенсивность и, таким образом, эффективность реакторной установки согласно изобретению зависят от режима давления, скорости и температуры. Конструкция осесимметричной реакционной камеры обеспечивает в образующемся завихрении текучей среды такое сильное ускорение объемного расхода, что ускоряются протекающие в текучей среде биологические, физические и химические процессы. При этом устанавливается разный, в т.ч. в зависимости от величины реакционной камеры и/или объема реакционной камеры, объемный расход.

За счет формы проводящей текучую среду и осесимметричной реакционной камеры по продольной оси возникает поступательное и вращательное движение по меньшей мере одного введенного объемного

расхода текучей среды, который образует завихрение текучей среды. Завихрение текучей среды движется при этом по направлению течения в рабочем положении к нижнему концу реакционной камеры вокруг выпускной трубы и принимает (при $\alpha > 90^\circ$) движение по нисходящей и в направлении течения направленной вниз винтовой линии. Образуется завихрение текучей среды, которое вращаясь проходит в нижнюю часть реакционной камеры и ускоряется. При этом ускорение зависит главным образом от параметров Γ_1 , b , Γ_3 , z и α .

За счет сужения нижней части реакционной камеры в продольном сечении реакторной установки по направлению течения текучей среды завихрение сильно ускоряется. Кинетическая энергия элементарных частиц в завихрении текучей среды увеличивается за счет сужения нижней части реакционной камеры. Это ведет к возрастанию реакционной способности текучей среды.

Предпочтительно происходит наложение поступательного и вращательного движения. При этом скорость втекания по меньшей мере одной текучей среды необходимо выбирать так, чтобы мог образоваться гидродинамический турбулентный пограничный слой, по меньшей мере одно сгенерированное завихрение текучей среды ускорилось и возникла большая разность скоростей.

Предпочтительно выбирают комбинацию из поступательного движения и одновременного вращательного движения так, чтобы в случае нескольких объемных расходов они соприкасались между собой. Конструктивное исполнение изобретения выбрано так, что текучей среде при прохождении реакционной камеры под описанным динамическим напором сообщается скорость с максимально возможным наибольшим значением и как можно большим перепадом в радиальном направлении.

Режим потока, необходимый для создания предпочтительно наиболее сильного трения и эффекта центрифуги, а также максимально возможного напряжения сдвига (касательных напряжений) в обрабатываемом вихре текучей среды, достигается за счет конструктивного исполнения реакторной установки. Благодаря геометрии реакционной камеры завихрение обрабатываемой текучей среды направляют так, что в нисходящей ветви траектории движения потока, т.е. между по меньшей мере одним подводящим отверстием с примыкающим участком входа текучей среды и входным отверстием выпускной трубы, образуется завихрение текучей среды. Скорость потока завихрения текучей среды характеризуется сильным перепадом по поперечному сечению потока в радиальном направлении.

За счет сужения нижней части реакционной камеры в продольном сечении реакторной установки в направлении течения текучей среды и за счет расположения по меньшей мере одного подводящего отверстия и входного отверстия выпускной трубы создается напряжение сдвига (касательные напряжения) между отдельными слоями потока завихрения текучей среды. Такое напряжение сдвига (касательные напряжения) формируется также между стенками реакционной камеры, наружной стенкой закрепленной в реакционной камере выпускной трубы и завихрением текучей среды. Силы трения внутри завихрения текучей среды, созданные напряжением сдвига (касательными напряжениями) и противоположные ему, приводят ввиду преобразования связей между молекулами обрабатываемой текучей среды к изменению поверхностного натяжения и вязкости текучей среды.

Предпочтительно может быть достигнуто разделение веществ за счет различного удельного веса находящихся в текучей среде веществ, которое усиливается при наложении поступательного и вращательного движения.

Далее достигается размалывающее действие. Созданная физически большая разность скоростей между отдельными слоями завихрения текучей среды приводит к механическому раздроблению (измельчению) твердых органических компонентов, например, бактерий, водорослей и других микроорганизмов, а также неорганических составных веществ. Получившаяся в результате дробления фракция в дальнейшем разрушается механическим и химическим способом. Это механическое разрушение органических и неорганических составных веществ происходит в значительной степени за счет геометрии реакционной камеры уже перед изменением направления образовавшегося завихрения текучей среды у направляющего устройства для текучей среды.

Между верхней и нижней частью реакционной камеры возникает перепад давления, который способствует формированию завихрения текучей среды. Установившиеся в реакционной камере режимы давления зависят в т.ч. от конструктивного исполнения и геометрии реакционной камеры или формы сопла. На опорной поверхности ("подошве") перед входным отверстием выпускной трубы наблюдаются: исходное (начальное) давление, которое составляет предпочтительно $> \text{ок. } 3\text{--}4$ бар, увеличивающийся в направлении течения динамический напор, а также вызванное этим пониженное давление и/или вакуум.

За счет предпочтительной формы верхней части реакционной камеры требуется меньшее в сравнении с EP 1294474 B2 давление и, таким образом, меньше энергии, чтобы привести во вращение втекающую через по меньшей мере одно подводящее отверстие текучую среду. С другой стороны, за счет предпочтительной формы верхней части реакционной камеры при таком же, как и в EP 1294474 B2, необходимом давлении и /или энергии может быть получена увеличенная частота вращения и скорость вращения завихрения текучей среды.

Стенки реакционной камеры обрабатывают так, чтобы у них был меньший коэффициент трения, чем перед обработкой, и чтобы текучая среда могла, таким образом, ускориться в реакционной камере.

Коэффициент трения зависит от правильно использованного материала реакционной камеры.

За счет конструктивного исполнения реакторной установки согласно изобретению текучая среда в верхней части осесимметричной реакционной камеры проходит, согласно уравнению импульса вращения, в форме завихрения по продольной оси в направлении течения в нижнюю часть реакционной камеры. По сравнению с ЕР 1294474 В2 преимущество заключается в том, что потери энергии потока незначительны, а импульс вращения текучей среды изменяется незначительно.

В нижней части реакционной камеры вращающееся завихрение изменяет направление к центру потока у направляющего устройства для текучей среды и там движется по восходящей в противоположном направлении по продольной оси реакционной камеры, предпочтительно в сопло выпускной трубы. Преимущество состоит в том, что поступающий сверху вращающийся вихрь текучей среды у направляющего устройства для текучей среды изменяет свое первоначальное направление на противоположное. При этом вихрь текучей среды наталкивается на направляющее устройство для текучей среды, вследствие чего происходит вдавливание вихря. Наиболее предпочтительно чтобы вихрь текучей среды наталкивался на выступ направляющего устройства для текучей среды.

Центробежные и центростремительные силы и сила трения, вызванная напряжением сдвига (касательными напряжениями) между слоями потока различной скорости, с разной интенсивностью действуют на опорной поверхности ("подошве") нижней части реакционной камеры, а также на содержащиеся в текучей среде компоненты разной массы.

На опорной поверхности ("подошве") возникает сильный эффект центрифуги, т.к. сопутствующие в виде взвешенных частиц неорганические и/или органические загрязнения относят ввиду их большего веса от центра вихря к его краю. Растворенные газообразные компоненты относят ввиду их незначительного веса от края вихря к его центру.

При изменении направления вихря текучей среды путем перенаправления на опорной поверхности ("подошве") уже отделенные загрязнения и среды различного веса вновь начинают движение по поперечному сечению вихря текучей среды в противоположном направлении.

Таким образом, в нижней части реакционной камеры, на участке перед входным отверстием выпускной трубы противодействуют друг другу по меньшей мере два объемных расхода (объемный расход поступающего в рабочее положение сверху вихря текучей среды и объемный расход перенаправленного вихря текучей среды). Перед входным отверстием выпускной трубы создается более низкое, чем в остальной реакционной камере, давление.

За счет образующихся режимов давления на опорной поверхности ("подошве") реакционной камеры, а также перед входным отверстием выпускной трубы разрываются стенки клеток содержащихся в текучей среде органических компонентов. Далее из-за столкновений и трения растворенных в текучей среде посторонних веществ происходит их механическое и физическое разрушение и размельчение. К растворенным в текучей среде посторонним веществам относятся органические и/или неорганические вещества, соединения (композиции) веществ, микроорганизмов, а также растительных и/или живых организмов, например, микробов, бактерий, грибов или водорослей между собой, или с отдельными частицами, атомами и атомными группами и молекулами текучей среды.

Большая кинетическая энергия, энергетический вклад за счет трения отдельных слоев по меньшей мере в одном вихре текучей среды, связанная с этим большая центробежная сила и/или поступательное движение, обеспечивают преобразование молекулярной и/или кристаллической структуры в энергетически стабильное и сбалансированное, оптимальное состояние и соединение и, таким образом, изменение имеющихся обычно поверхностного натяжения и вязкости. Это происходит за счет разрыва (разрушения) и новообразования имеющихся связей побочной валентности ввиду их различной атомной массы и, таким образом, различной инерции массы, а также за счет столкновения отдельных частиц, атомов, атомных групп и молекул друг с другом.

Текучая среда, обрабатываемая согласно изобретению, в течение длительного времени пребывает в состоянии поверхностного натяжения.

За счет достигнутого таким образом преобразования молекулярной структуры высвобождаются растворенные в текучей среде газы или летучие посторонние вещества, в результате чего происходит дополнительное удаление газов из текучей среды. Кроме того, благодаря этому удалению газов сокращаются или предотвращаются нежелательные реакции этих сопутствующих веществ в самой обрабатываемой текучей среде, с другими сопутствующими веществами или материалами, контактирующими с текучей средой, например, датчиками или стенками трубы.

Центробежная сила и/или поступательное движение следует выбирать так, чтобы произошел разрыв (разрушение) соединений веществ и молекулярных цепочек растворенных в текучей среде посторонних веществ, и они подверглись бы механическому разрушению и измельчению и/или имеющиеся посторонние вещества или атомы, молекулы или молекулярные соединения текучей среды, по меньшей мере, частично подверглись ионизации и/или радикализации.

За счет геометрического исполнения осесимметричной реакционной камеры создаются необходимые высокие, подверженные сильному перепаду скорости в текучей среде. Они требуются для достижения физических эффектов (т.е. для раздробления (измельчения) твердых компонентов и для преобразо-

вания молекулярных связей) и для возникновения и ускорения химических процессов за счет поступления энергии. Количество и качество механического разрушения и размельчения может регулироваться изменением скоростей в зависимости от имеющейся текучей среды и растворенных в ней посторонних веществ. Они зависят от устойчивости посторонних веществ к механическим нагрузкам.

Сопутствующие вещества отделяются от кристаллической структуры текучей среды и/или отделяются центробежной силой от текучей среды ввиду разного удельного веса. Затем, при выведении из реакционной камеры через выпускную трубу, они могут быть отфильтрованы, осажжены или связаны другим способом. За счет размельчения веществ может повыситься электропроводность текучей среды.

За счет конструктивного исполнения выпускной трубы на нижнем приустьевом участке в форме сопла для реализации эффекта Вентури в сочетании с подводимой в реакционную камеру текучей средой происходит сильное ускорение и ослабление завихрения текучей среды в выпускной трубе, образующегося в форме полого вихря (вихревой воронки). Благодаря этому в жидких текучих средах может быть получено или снижено давление пара в ядре. Образуется поток с очень разняющимися скоростями в области ядра и на периферии.

Образуется полый вихрь (вихревая воронка), в центре которого формируется ядро из более легкой текучей среды по сравнению с остальным полем течения. При растущих скоростях генерируются вихревые течения с вихревыми нитями или вихревыми трубками или, в зависимости от вида текучей среды, не вращающийся вихрь с ядром, известный также как потенциальный вихрь. При этом снова образуются касательные напряжения в текучей текучей среде, которые стимулируют физические и химические процессы.

Названный полый вихрь (вихревая воронка) с ядром, образующий вакуум, накладывается на вакуум, возникающий в сопле с эффектом Вентури в результате эффекта Вентури.

Благодаря наложению и усилению образовавшегося вакуума в области сопла разрываются и окисляются микроорганизмы и бактерии, обладающие внутриклеточным давлением (тургором). В зоне вакуума газы в текучей среде отделяются ввиду имеющегося завихрения и отводятся.

Если, в свою очередь, по направляющему устройству для текучей среды, которое может содержать в центре по продольной оси регулируемое в потоке сквозное отверстие, в реакционную камеру в качестве дополнительной текучей среды подается газ, этот газ смешивается с вихрем текучей среды и значительно лучше растворится в текучей среде за счет изменившейся молекулярной структуры.

Особые преимущества устройства и способа согласно изобретению заключаются в том, что с их помощью может быть реализован эффективный, экономичный процесс при незначительной занимаемой площади и незначительных затратах без добавления вредных для окружающей среды химикатов и без облучения текучей среды или применения других потенциально опасных мероприятий. В результате этого процесса в зависимости от цели применения могут быть обеззаражены и вновь использоваться сточные воды, а резервуары для воды поддерживаться в асептическом состоянии. В регионах с дефицитом водных ресурсов может быть обеспечено снабжение свежей водой, также может быть повышена смачивающая способность различных жидкостей. Использование химических моющих средств для разнообразных бытовых и промышленных задач очистки может быть существенно сокращено, а загрязнение окружающей среды снижено. Вязкие среды могут быть разжижены механическим способом, без химического изменения.

За счет конструктивного исполнения реакторной установки и/или верхней части реакционной камеры согласно изобретению завихрение текучей среды достигается увеличением скорости вращения, благодаря чему эффективность разрушения и размельчения посторонних веществ существенно и выгодно возрастает. При этом благодаря конструктивному исполнению реакционной камеры, согласно изобретению, особенно верхней части реакционной камеры, до изменения направления сгенерированного завихрения текучей среды путем перенаправления направляющим устройством текучей среды по продольной оси за счет скорости вращения не достигается диффузное давление пара. За счет этого возможна экономия энергии ввиду уменьшения давления до 50%, предпочтительно 20-40%, наиболее предпочтительно 20-30%.

Необходимо учитывать, что подаваемые в реакционную камеру текучие среды отличаются по своим свойствам, например, поверхностному натяжению и вязкости и, таким образом, вызывают в реакторной установке согласно изобретению каждый раз другие химические реакции и измеряемые параметры. Измеряемые параметры варьируются таким образом, в зависимости от используемых текучих сред.

С целью ускорения химических реакций в реакторную установку предпочтительно может быть добавлен катализатор. В специальном варианте осуществления только часть проводящих текучую среду стенок реакционной камеры имеет каталитическое покрытие, или проводящие текучую среду стенки реакционной камеры полностью состоят из каталитического материала.

Далее, химические реакции могут ускоряться за счет повышения температуры текучих сред согласно термическому уравнению состояния идеального газа. В предпочтительном варианте скорость реакции выше за счет более высокого энергетического вклада благодаря повышению температуры. Для этого в реакторную установку можно подводить уже подогретые текучие среды, например, теплые или горячие отработанные воды, и подвергать их гидродинамической обработке. В альтернативном варианте осуще-

ствления реакторная установка соединена с нагревательным элементом, например, нагревательной пластиной, и соответствующим регулятором нагрева для нагрева текучих сред.

Далее, к реакторной установке могут подключаться периферийные (внешние) компоненты, например, гибкие трубки или трубки для переноса текучей среды, клапаны давления, например, редукционные клапаны, делители потока и устройство предварительной обработки. Применение насосов и/или компрессоров создает в сочетании с регулируемой выпускной трубой и живым сечением входного отверстия выпускной трубы требуемый динамический напор.

В одном варианте осуществления к реакторной установке подключено устройство для измерения значения pH. В одном варианте осуществления реакторная установка используется в открытой системе трубопроводов. Таким образом, значение pH текучей среды целесообразно измерять после термодинамической обработки.

Далее газы, возникающие при термодинамической обработке текучей среды, удаляют из реакторной установки через выходное (выпускное) отверстие выпускной трубы вместе с текучей средой за счет вращательного движения и нейтрализуют.

В альтернативном варианте осуществления реакторная установка используется в закрытой циркуляционной системе. Газы, возникающие при термодинамической обработке, удаляют через выходное (выпускное) отверстие выпускной трубы вместе с текучей средой за счет вращательного движения и нейтрализуют. В одном варианте осуществления образовавшиеся отведенные газы собирают в устройстве для раздельного улавливания. Предпочтительны специальные приемные резервуары для газов. Преимущество состоит в том, что раздельное улавливание и последующая нейтрализация позволяют избежать реакции гремучего газа.

В специальном варианте осуществления изобретения уловленные газы используются дальше, например, предпочтительно для последующей утилизации для топлива и горючего, например, метана, метанола или бензола.

В предпочтительном варианте осуществления направляющее устройство для текучей среды имеет, по меньшей мере, одно сквозное отверстие, причем продольная ось сквозного отверстия совпадает с продольной осью осесимметричной реакционной камеры.

Через сквозное отверстие вдоль оси направляющего устройства для текучей среды в реакционную камеру можно подавать, предпочтительно, по меньшей мере, одну дополнительную текучую среду, которая при необходимости автоматически напрямую всасывается за счет существующего на опорной поверхности ("подошве") реакционной камеры пониженного давления в нижнюю часть реакционной камеры. Таким образом, завихрение текучей среды предпочтительно изменяет направление у направляющего устройства для текучей среды и может быть дополнительно смешано с дополнительной текучей средой.

В одном варианте осуществления направляющее устройство для текучей среды имеет плоскую геометрию относительно продольной оси реакционной камеры и содержит сквозное отверстие. В предпочтительном варианте осуществления направляющее устройство для текучей среды имеет относительно продольной оси реакционной камеры восходящую геометрическую форму, предпочтительно удлиненную, и содержит трубчатую цапфу, далее называемую выступом направляющего устройства для текучей среды. Трубчатая цапфа содержит сквозное отверстие.

Если длина выступа направляющего устройства для текучей среды такова, что он заканчивается непосредственно в сопле для реализации эффекта Вентури, то через сквозное отверстие дополнительно всосанная текучая среда втягивается таким образом непосредственно внутрь нижнего в рабочем положении приустьевом участке выпускной трубы.

Преимуществом удлиненного варианта осуществления направляющего устройства для текучей среды со сквозным отверстием по продольной оси является целенаправленная подача и/или всасывание дополнительной текучей среды непосредственно через входное отверстие выпускной трубы в ее нижний приустьевой участок. Нижний приустьевой участок выпускной трубы предпочтительно выполнен в форме сопла для реализации эффекта Вентури, за счет чего дополнительная текучая среда всасывается непосредственно в сопло для реализации эффекта Вентури.

При этом выступ может быть выполнен разной длины. В другом наиболее предпочтительном варианте осуществления с целью достижения наибольшей эффективности реакций выступ предпочтительно имеет такую длину, что он достигает самой узкой части сопла, а именно участка с наименьшим живым сечением контактирующих с текучей средой внутренних стенок выпускной трубы. Гидродинамическая обработка текучей среды предпочтительно оптимизируется за счет этого расположения.

Добавление среды для побочных химических реакций в выпускной трубе происходит за счет давления или предпочтительно за счет использования пониженного давления в сопле для реализации эффекта Вентури.

В одном варианте осуществления в реакционную камеру подводится дополнительная текучая среда. Она может втягиваться через сквозное отверстие направляющего устройства для текучей среды или также из главного притока или других подводящих линий по меньшей мере через одно подводящее отверстие в примыкающий участок входа текучей среды верхней части реакционной камеры.

В одном варианте осуществления изобретения в реакционную камеру подают несколько дополни-

тельных текучих сред. Все они могут поступить в реакционную камеру через сквозное отверстие направляющего устройства для текучей среды или также из главного притока или других подводящих линий по меньшей мере через одно подводящее отверстие. В другом варианте осуществления текучие среды поступают в реакционную камеру через направляющее устройство для текучей среды или также из главного притока или других подводящих линий по меньшей мере через одно подводящее отверстие. Также растворенные в дополнительной текучей среде твердые вещества могут всасываться в реакционную камеру через сквозное отверстие и/или по меньшей мере одно подводящее отверстие.

В одном варианте осуществления по меньшей мере одна дополнительная текучая среда может быть той же, что и текучая среда, подводимая в реакторную установку через по меньшей мере одно подводящее отверстие в верхней части реакционной камеры. В альтернативном варианте осуществления по меньшей мере одна дополнительная текучая среда является другой по сравнению с текучей средой, подводимой в реакторную установку по меньшей мере через одно подводящее отверстие в верхней части реакционной камеры. За счет этого возможна целенаправленная дозировка других дополнительных текучих сред.

За счет дополнительно подводимых текучих сред могут быть улучшены и /или ускорены предпочтительно химические или биологические реакции посредством введения в реакцию веществ, воздействующих на химические или биологические реакции, например, окислительных агентов или осаждающих средств. Дополнительными подводимыми текучими средами могут быть, например, окислительные агенты, такие как озон, пероксид водорода или кислород или другие дополнительные, служащие реагентами и катализаторами текучие среды, подводимые в реакционную камеру из резервуара.

Если дополнительная подводимая текучая среда является газообразной и окислительным агентом, как, например, кислород или кислород из (окружающего) воздуха она может быть ионизирована и/или превращена в радикалы (например, озон) с целью улучшения окислительных свойств за счет заранее включенного устройства предварительной обработки. За счет этого могут окисляться углеводородные соединения и/или другие органические соединения, например, микробы, бактерии, микроорганизмы. При этом образуются в т.ч. вода и диоксид углерода, т.е. в органических веществах происходит денатурация.

За счет дозированной загрузки окислительных агентов или других дополнительных, служащих реагентами, текучих сред, скорость реакции существенно увеличивается.

К важнейшим областям применения способа согласно изобретению и/или обработки текучих сред с помощью устройства согласно изобретению относятся промышленность, малое производство, частные домашние хозяйства, производство продовольственных товаров, сельское хозяйство, лесоводство, переработка и утилизация отходов, технологии очистки, обеззараживания, предохранения от коррозии, машиностроение, электроника, медицина и терапия, строительная промышленность, энергетика.

Устройство и способ согласно изобретению предпочтительно используются для предварительной обработки, подготовки, обеззараживания, дезинфекции и/или инициирования механических, физических и химических реакций текучих сред и в текучих средах. В данном случае речь идет предпочтительно о текучих средах на водной основе.

Согласно изобретению под предварительной обработкой, подготовкой, обеззараживанием, дезинфекцией и/или инициированием механических, физических и химических реакций подразумевается очистка текучих сред, при этом доля вредных веществ уменьшается. Вредными веществами являются растворенные в текучей среде органические или неорганические компоненты или микроорганизмы, которые тоже могут быть ядовитыми.

Так, например, присутствующие в водных растворах углеводороды, микробы, грибы, водоросли и бактерии разрушаются, в результате чего происходит разрыв органических компонентов, а труднорастворимые и ядовитые неорганические компоненты разрушаются. Наиболее предпочтительно производят предварительную обработку, подготовку и/или дезинфекцию питьевой воды, бытовых сточных вод, технологической воды, отработанной воды или слабозагрязненных бытовых сточных вод. Длинноцепочечные молекулярные соединения также могут быть измельчены.

Например, их используют для дезинфекции воды в плавательных бассейнах. Устройство и способ согласно изобретению предпочтительно могут использоваться в автономном снабжении питьевой водой, а также при (мобильной) подготовке отработанной воды в прицепах-домах и подготовке отработанной воды в отдаленных горных деревнях или дачных поселках автономного типа.

Устройство и способ согласно изобретению предпочтительно используют для обработки отработанных вод, предпочтительно из частных хозяйств, промышленных или коммунальных систем. Например, растворенные в них углеводородные соединения по меньшей мере надламываются, а затем уничтожаются другими бактериями. Далее, с помощью устройства и способа согласно изобретению можно очищать воды с химической нагрузкой. Таким же образом можно очищать и мыльные воды, полученные в результате промышленных процессов.

Также содержащие минеральные масла отработанные воды, получаемые, например, на заправочных станциях, (авто-)моечных станциях, промышленных моечных установках, а также отработанные воды высокой органической нагрузкой, получаемые, например, на биогазовых установках, предпочтительно очищают с помощью устройства и способа согласно изобретению. Далее, с помощью устройства и спо-

соба согласно изобретению могут быть очищены от встречающихся в них поверхностно-активных веществ (ПАВ) и подготовлены отработанные воды.

Далее, с помощью устройства и способа согласно изобретению можно также очищать смазочные масла (эмульсии) и тяжелые масла.

При формировании деталей кузова смазанный перед нанесением лакового покрытия консистентной смазкой листовой металл подлежит очистке горячей водой. Промывочную воду также необходимо очистить от жиров и поверхностно-активных веществ (ПАВ). Эта подготовка остаточной воды, получающейся при формировании металлических кузовов после очистки металла, может быть также реализована с помощью устройства и способа согласно изобретению.

Далее, можно обрабатывать газообразные или жидкие виды топлива, предпочтительно на основе растительных масел.

Особые преимущества устройства и способа согласно изобретению заключаются в том, что с их помощью может быть реализован эффективный, экономичный процесс при незначительной занимаемой площади и незначительных затратах без добавления вредных для окружающей среды химикатов и без облучения текучей среды или применения других потенциально опасных мероприятий. В результате этого процесса в зависимости от цели применения могут быть обеззаражены и вновь использоваться сточные воды, а резервуары для воды поддерживаться в асептическом состоянии. В регионах с дефицитом водных ресурсов может быть обеспечено снабжение свежей водой. Также может быть повышена смачивающая способность различных жидкостей. Использование химических моющих средств для разнообразных бытовых и промышленных задач очистки может быть существенно сокращено, а загрязнение окружающей среды - снижено. Вязкие среды могут быть разжижены механическим способом, без химического изменения.

Варианты осуществления изобретения

Приведенные ниже некоторые варианты осуществления подробнее поясняют изобретение. Они описывают изобретение, не ограничивая его объем.

Предлагаемое изобретение подробнее поясняется с помощью чертежей, на которых изображено:

фиг. 1 - план поперечного сечения вдоль плоскости сечения C-C реакторной установки согласно изобретению;

фиг. 2 - реакторная установка согласно изобретению под углом наклона $\alpha=90^\circ$ в продольном сечении реакторной установки вдоль плоскости сечения D-D;

фиг. 3 - реакторная установка согласно изобретению под углом наклона $\alpha=90^\circ$ и с уменьшающимся расстоянием между верхней поверхностью и поверхностью основания верхней части реакционной камеры в продольном сечении реакторной установки;

фиг. 4 - дополнительный план поперечного сечения вдоль плоскости сечения B-B реакторной установки согласно изобретению;

фиг. 5 - вырыв реакторной установки согласно изобретению под углом наклона $\alpha=90^\circ$ в продольном сечении реакторной установки вдоль плоскости сечения A-A;

фиг. 6 - реакторная установка согласно изобретению под углом наклона $\alpha=90^\circ$ и с уменьшающимся расстоянием между верхней поверхностью и поверхностью основания верхней части реакционной камеры в продольном сечении реакторной установки;

фиг. 7 - реакторная установка согласно изобретению под углом наклона $\alpha=110^\circ$ в продольном сечении реакторной установки.

На фиг. 1 показан план поперечного сечения вдоль плоскости C-C реакторной установки 1 согласно изобретению с верхней частью корпуса 3 и выпускной трубой 10. Две подводящие трубы (не показаны), противотекущие друг другу в продольном сечении реакторной установки 1 вдоль плоскости D-D, на виде в плане выведены вдоль плоскости C-C тангенциально к боковой поверхности верхней части 18 реакционной камеры с образованием двух подводящих отверстий 6, имеющих вследствие пересечения с боковой поверхностью эллиптическое сечение. Стрелка перед каждым из подводящих отверстий 6 указывает направление течения текучей среды. К каждому из подводящих отверстий 6 примыкает по участку входа 34 текучей среды по направлению течения, каждый из которых имеет в продольном сечении относительно реакторной установки 1 круглый участок с диаметром d_z 7.

На фиг. 2 изображена конструкция реакторной установки 1 согласно изобретению в поперечном сечении вдоль плоскости C-C фигуры 1 в продольном сечении реакторной установки 1 вдоль плоскости D-D, причем компоненты и/или части реакторной установки 1 расположены по продольной оси 2. Продольное сечение реакторной установки 1 вдоль плоскости D-D проходит так, что участок входа 34 текучей среды представлен с левой и с правой стороны на изображении в разрезе в рабочем положении. Введенная текучая среда вытекает с левой стороны из плоскости сечения D-D. Введенная текучая среда снова втекает в плоскость сечения D-D на участке входа 34 текучей среды с правой на изображении в разрезе стороны. Все признаки и/или ссылочные обозначения относятся к половине реакторной установки 1 в продольном сечении. Конструкция второй половины реакторной установки 1 по другую сторону продольной оси 2 совпадает с первой, так как в продольном сечении реакторная установка 1 имеет зеркально

симметричную конструкцию.

Реакторная установка 1 поделена вдоль средней плоскости 5 на верхнюю часть 3 и нижнюю часть 4 корпуса, причем контактирующие с текучей средой внутренние стенки корпуса 3, 4 образуют осесимметричную реакционную камеру 18, 19, которая также имеет верхнюю часть 18 и нижнюю часть 19. Верхняя часть 18 реакционной камеры содержит верхнюю поверхность 20 и поверхность основания 21, а также зону перехода 22 от верхней поверхности к поверхности основания. Продольная ось 2 соответствует оси вращения осесимметричной реакционной камеры 18, 19. Далее, в реакторной установке 1 находится выпускная труба 10.

Текущая среда вводится в верхнюю часть 18 реакционной камеры через подводящее отверстие (в продольном сечении не показано), расположенное в поперечном сечении тангенциально к боковой поверхности верхней части 18 реакционной камеры. К подводящему отверстию (в продольном сечении не показано) по направлению течения примыкает участок входа 34 текучей среды, который имеет по краю продольного относительно реакторной установки 1 сечения круглый участок с диаметром d_z 7 и относящуюся к нему центральную точку 31. Средняя плоскость 5 проходит через центральную точку 31 участка входа текучей среды 34. Расстояние b 23 между верхней поверхностью 20 и поверхностью основания 21 постоянно. Угол наклона α 27 равен 90° и является углом, который, с точки зрения продольного сечения в рабочем положении, образуется от средней плоскости 5, проходящей через центральные точки 31 участка входа 34 текучей среды, к продольной оси 2. Угол наклона 27 при $\alpha=90^\circ$ относится к образующемуся в рабочем положении углу под средней плоскостью 5, т.е. от средней плоскости 5 к продольной оси 2 реакционной камеры 18, 19. Продольная ось 2 со средней плоскостью 5 представляют в разрезе прямоугольную систему координат. Таким образом, угол наклона 27 $\alpha=90^\circ$ всегда относится к третьему и четвертому квадранту прямоугольной системы координат. При угле наклона α 27 $=90^\circ$ расстояние b 23 равно диаметру d_z 7 участка входа 34 текучей среды и, таким образом, соответствует высоте верхней части 18 реакционной камеры.

Расстояние от зоны перехода 22 верхней поверхности к поверхности основания в верхней части реакционной камеры 18 до наружной стенки выпускной трубы 10 соответствует наибольшему расстоянию $r_{\text{макс}}$ 9 верхней части 18 реакционной камеры. Проводящие текучую среду стенки реакционной камеры 18, 19 выполнены таким образом, что они создают относительно геометрии реакционной камеры и ее поверхности незначительное сопротивление трения и коэффициент трения.

Текущая среда вращается в верхней части 18 реакционной камеры и образует завихрение, которое перенаправляется по направлению течения по продольной оси 2 в нижнюю часть 19 реакционной камеры. Нижняя часть 19 реакционной камеры проходит от перехода поверхности основания 24 до криволинейной опорной поверхности ("подшвы") 25 с нижним ограничением опорной поверхности ("подшвы") 26. При этом радиус r_3 28 соответствует расстоянию от перехода поверхности основания 24 нижней части 19 реакционной камеры к наружной стенке выпускной трубы 10. Далее, z 30 соответствует расстоянию нижней части 19 реакционной камеры от участка, на котором верхняя поверхность 20 и поверхность основания 21 верхней части 18 реакционной камеры уже не имеют между собой постоянного расстояния b 23, причем z 30 доходит до нижнего ограничения 26 опорной поверхности ("подшвы") 25 нижней части 19 реакционной камеры. В нижней части корпуса 4 расположено направляющее устройство 15 для текучей среды, имеющее восходящую геометрическую форму, продольная ось которого совпадает с продольной осью 2 реакционной камеры 18, 19. Направляющее устройство для текучей среды имеет выступ 16 со сквозным отверстием, который достигает участка с наименьшим живым сечением контактирующих с текучей средой внутренних стенок выпускной трубы 10. Через сквозное отверстие дополнительные текучие среды могут при необходимости всасываться на опорную поверхность ("подшвы") 25 нижней части 19 реакционной камеры. Участок с наименьшим живым сечением контактирующих с текучей средой внутренних стенок выпускной трубы 10 выполнен в форме сопла 17 для реализации эффекта Вентури. Вращающийся вихрь текучей среды перенаправляется с сохранением скорости в направляющем устройстве для текучей среды 15 и поступает в выпускную трубу 10 через входное отверстие 11 выпускной трубы 10. Входное отверстие 11 расположено в нижней части 19 реакционной камеры на переменном расстоянии α 29 от нижнего ограничения 26 криволинейной опорной поверхности ("подшвы") 25 нижней части 19 реакционной камеры. Далее, выпускная труба имеет радиус r_2 13 от продольной оси 2 к наружной стенке выпускной трубы 10, а также толщину d 14 стенки. Текучая среда вводится из реакторной установки 1 через выходное (выпускное) отверстие 12 выпускной трубы 10.

Проводящие текучую среду стенки реакционной камеры 18, 19 выполнены таким образом, что они создают относительно геометрии реакционной камеры и поверхности незначительное сопротивление трения и коэффициент трения. Давление, необходимое для генерирования завихрения и реализации эффекта Вентури в сопле 17 с наложением пониженного давления около - 0,99 бар составляет 3,5 бар за счет незначительного внутреннего трения в текучей среде в реакционной камере 18, 19 согласно изобретению, что предпочтительно ниже примерно на 42% по сравнению с EP 1294474, где при равном объеме реакционной камеры требуется давление 6,0 бар.

На фиг. 3 изображена конструкция реакторной установки 1 согласно изобретению в поперечном се-

чении вдоль плоскости С-С фиг. 1 в продольном сечении реакторной установки 1 вдоль плоскости D-D, причем компоненты и/или части реакторной установки 1 расположены по продольной оси 2. Большая часть признаков конструкции соответствует признакам на плане поперечного сечения согласно фиг. 1 и/или 3, поэтому далее они не рассматриваются.

Угол наклона α 27 к продольной оси 2 равен 90° и является углом, который, с точки зрения продольного сечения в рабочем положении, образуется от средней плоскости 5, проходящей через центральные точки 31 участка входа 34 текучей среды, к продольной оси 2. Расстояние b 23 между верхней поверхностью 20 и поверхностью основания 21 является наибольшим ($b_{\text{макс}}$) в области подводящего отверстия (в продольном сечении не показано) и участка входа 34 текучей среды и соответствует диаметру d_z 7 круглого участка входа 34 текучей среды. В направлении течения текучей среды расстояние b 23 между верхней поверхностью 20 и поверхностью основания 21 уменьшается к наружной стенке выпускной трубы 10, благодаря чему достигается преимущество - дополнительное ускорение текучей среды.

На фиг. 4 показан план поперечного сечения вдоль плоскости В-В реакторной установки 1 согласно изобретению с верхней частью корпуса 3 и выпускной трубой 10. Две подводящие трубы (не показаны), противоположащие друг другу в продольном сечении реакторной установки 1 вдоль плоскости А-А, на виде в плане выведены вдоль плоскости В-В тангенциально к боковой поверхности верхней части 18 реакционной камеры с образованием двух подводящих отверстий 6, имеющих вследствие пересечения с боковой поверхностью эллиптическое сечение. Стрелка перед каждым из подводящих отверстий 6 указывает направление течения текучей среды. К каждому из подводящих отверстий 6 примыкает по направлению течения по участку входа 34 текучей среды, каждый из которых имеет в продольном сечении относительно реакторной установки 1 круглый участок с диаметром d_z 7.

На фиг. 5 показан вырыв компонентов и/или частей реакторной установки 1 согласно изобретению из поперечного сечения вдоль плоскости В-В фиг. 3, причем все они расположены по продольной оси 2. В продольном сечении реакторной установки 1 вдоль плоскости А-А в рабочем положении изображены: выпускная труба 10, верхняя часть 3 корпуса с верхней частью 18 реакционной камеры, нижняя часть 4 корпуса с нижней частью 19 реакционной камеры и направляющее устройство 15 для текучей среды с выступом 16. Далее, в верхней части 3 корпуса показано отверстие 32 для выпускной трубы 10, которое имеет то же полное сечение, что и входное отверстие 11 выпускной трубы 10, и расположено с возможностью регулирования по продольной оси 2. Далее, в нижней части 4 корпуса показано отверстие 33 для направляющего устройства для текучей среды, которое расположено по продольной оси 2.

Выпускная труба 10 имеет входное отверстие 11 и выходное (выпускное) отверстие 12, а также радиус r_2 13 от продольной оси 2 к наружной стенке выпускной трубы 10, а также толщину d 14 стенки и сопло 17 для реализации эффекта Вентури. Далее, представлена верхняя часть 18 реакционной камеры, а именно: верхняя поверхность 20 и поверхность основания 21, а также зона перехода 22 от верхней поверхности к поверхности основания. В нижней части 19 реакционной камеры представлены: переход 24 поверхности основания, опорная поверхность ("подошва") 25, нижнее ограничение 26 опорной поверхности ("подошвы") 25, а также расстояние z 30.

На фиг. 6 показан еще один предпочтительный вариант осуществления реакторной установки 1. Большая часть признаков конструкции соответствует признакам на плане поперечного сечения согласно фиг. 1 и/или 3, поэтому далее они не рассматриваются. Продольное сечение реакторной установки 1 проходит так, что участок входа 34 текучей среды представлен с левой и с правой стороны на изображении в разрезе в рабочем положении. Введенная текучая среда вытекает с левой стороны из плоскости сечения. Введенная текучая среда снова втекает в плоскость сечения на участке входа 34 текучей среды с правой стороны на изображении в разрезе стороны.

Угол наклона α 27 к продольной оси 2 равен 90° и является углом, который, с точки зрения продольного сечения в рабочем положении, образуется от средней плоскости 5, проходящей через центральные точки 31 участка входа 34 текучей среды, к продольной оси 2. Расстояние b 23 между верхней поверхностью 20 и поверхностью основания 21 является наибольшим ($b_{\text{макс}}$) в области подводящего отверстия (в продольном сечении не показано) и участка входа 34 текучей среды и соответствует диаметру d_z 7 круглого участка входа 34 текучей среды. В направлении течения текучей среды расстояние b 23 между верхней поверхностью 20 и поверхностью основания 21 уменьшается к наружной стенке выпускной трубы 10, благодаря чему достигается преимущество - дополнительное ускорение текучей среды.

Давление, необходимое для генерирования завихрения и реализации эффекта Вентури в сопле 17 с наложением пониженного давления - 0,99 бар составляет 5,0 бар за счет незначительного внутреннего трения в текучей среде в реакционной камере 18, 19, что ниже примерно на 17% по сравнению с ЕР 1294474, где при равном объеме реакционной камеры требуется давление 6,0 бар.

На фиг. 7 показан еще один предпочтительный вариант осуществления реакторной установки 1. Большая часть признаков конструкции соответствует признакам на плане поперечного сечения согласно фиг. 1 и/или 3, поэтому далее они не рассматриваются. Продольное сечение реакторной установки 1 проходит так, что участок входа 34 текучей среды представлен с левой и с правой стороны на изображении в разрезе в рабочем положении. Введенная текучая среда вытекает с левой стороны из плоскости сечения.

Введенная текучая среда снова втекает в плоскость сечения на участке входа 34 текучей среды с правой на изображении в разрезе стороны.

Расстояние b 23 между верхней поверхностью 20 и поверхностью основания 21 является постоянным и соответствует диаметру d_z 7 круглого участка участка входа 34 текучей среды. Угол наклона α 27 к продольной оси 2 равен 110° . Угол наклона α 27 является углом, который, с точки зрения продольного сечения в рабочем положении, образуется от условной промежуточной плоскости 35, проходящей через центральные точки 31 участка входа 34 текучей среды, параллельно верхней поверхности 20 верхней части 18 реакционной камеры, к продольной оси 2. Угол наклона 27 при $\alpha = 110^\circ$ относится к образуемому в рабочем положении углу под условной промежуточной плоскостью 35, т.е. от условной промежуточной плоскости 35 к продольной оси 2 реакционной камеры 18, 19.

Радиус r_1 8 соответствует расстоянию от поверхности основания 21 верхней части 18 реакционной камеры к наружной стенке выпускной трубы 10. При $\alpha = 110^\circ$ радиус r_1 8 в верхней части 18 реакционной камеры непрерывно уменьшается до перехода поверхности основания 24 в нижнюю часть 19 реакционной камеры.

Давление, необходимое для генерирования завихрения и реализации эффекта Вентури в сопле 17 с наложением пониженного давления -0,99 бар составляет 4,8 бар за счет незначительного внутреннего трения в текучей среде в реакционной камере 18, 19, что по сравнению с ЕР 1294474 ниже примерно на 20%, где при равном объеме реакционной камеры требуется давление 6,0 бар.

Ссылочные обозначения:

- 1 - реакторная установка;
- 2 - продольная ось реакционной камеры;
- 3 - корпус, верхняя часть;
- 4 - корпус, нижняя часть;
- 5 - средняя плоскость;
- 6 - подводящее отверстие;
- 7 - диаметр d_z участка входа текучей среды, примыкающий в направлении течения к подводящему отверстию, расположенному тангенциально к верхней части реакционной камеры;
- 8 - радиус r_1 (расстояние от поверхности основания верхней части реакционной камеры к наружной стенке выпускной трубы);
- 9 - радиус $r_{\text{макс}}$ (расстояние от зоны перехода от верхней поверхности к поверхности основания в верхней части реакционной камеры до наружной стенки выпускной трубы);
- 10 - выпускная труба;
- 11 - входное отверстие выпускной трубы (полное сечение);
- 12 - выходное (выпускное) отверстие выпускной трубы (полное сечение);
- 13 - радиус r_2 выпускной трубы (от продольной оси к наружной стенке);
- 14 - толщина стенки выпускной трубы;
- 15 - направляющее устройство для текучей среды;
- 16 - выступ направляющего устройства для текучей среды;
- 17 - сопло для реализации эффекта Вентури;
- 18 - реакционная камера, верхняя часть;
- 19 - реакционная камера, нижняя часть;
- 20 - верхняя поверхность верхней части реакционной камеры;
- 21 - поверхность основания верхней части реакционной камеры;
- 22 - зона перехода от верхней поверхности к поверхности основания в верхней части реакционной камеры;
- 23 - расстояние b между верхней поверхностью и поверхностью основания;
- 24 - переход поверхности основания нижней части реакционной камеры;
- 25 - опорная поверхность ("подошва") нижней части реакционной камеры;
- 26 - нижнее ограничение опорной поверхности ("подошвы") нижней части реакционной камеры;
- 27 - угол наклона α к продольной оси;
- 28 - радиус r_3 (расстояние от перехода поверхности основания нижней части реакционной камеры к наружной стенке выпускной трубы);
- 29 - расстояние α между входным отверстием выпускной трубы и нижним ограничением нижней части реакционной камеры;
- 30 - расстояние z от поверхности основания нижней части реакционной камеры от участка, на котором верхняя поверхность и поверхность основания не имеют между собой постоянного или уменьшающегося расстояния, до нижнего ограничения области опорной поверхности ("подошвы") нижней части реакционной камеры;
- 31 - центральная точка участка входа текучей среды;
- 32 - отверстие для выпускной трубы, верхняя часть корпуса;
- 33 - отверстие для направляющего устройства для текучей среды, нижняя часть корпуса;

- 34 - участок входа текучей среды;
 35 - условная промежуточная плоскость.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

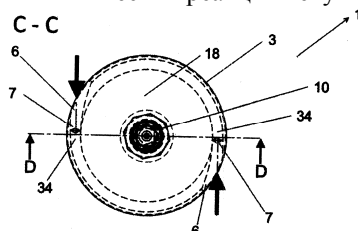
1. Устройство энергоэффективного генерирования завихрений текучей среды, содержащее корпус (3, 4) и выпускную трубу (10), причем корпус (3, 4) содержит реакционную камеру, разделенную в направлении течения текучей среды на верхнюю часть (18) и нижнюю часть (19), при этом верхняя поверхность (20) и поверхность основания (21) верхней части (18) образуют угол наклона к продольной оси (27) $80-115^\circ$, верхняя часть (18) содержит зону перехода (22) между верхней поверхностью (20) и поверхностью основания (21), в которой имеет наибольший радиус (9) относительно наружной стенки выпускной трубы (10), при этом в зоне перехода (22) выполнено по меньшей мере одно подводящее отверстие (6), расположенное тангенциально к боковой поверхности реакционной камеры (18), к которому в направлении течения текучей среды примыкает участок входа (34) текучей среды, а нижняя часть (19) реакционной камеры расположена в направлении течения текучей среды на расстоянии z от перехода поверхности основания (24) до нижнего ограничения опорной поверхности (подошвы) (25), к которой примыкает направляющее устройство (15) для текучей среды, выполненное с восходящей геометрией и обеспечением возможности перенаправления текучей среды в нижнее входное отверстие (11) выпускной трубы (10), причем продольная ось выпускной трубы (10) совпадает с продольной осью (2) осесимметричной реакционной камеры (18, 19), а входное отверстие (11) выпускной трубы (10) находится на расстоянии a (29) к нижнему по направлению течения ограничению (26) криволинейной опорной поверхности (25).
2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что выпускная труба (10) выполнена на приустьевом участке, примыкающем к входному отверстию (11), в форме сопла (17) для реализации эффекта Вентури, причем названное сопло (17) выполнено в форме сопла Вентури или сопла Лавала и завершает выступ (16) направляющего устройства (15) для текучей среды в сопле (17) для реализации эффекта Вентури.
3. Устройство по п.1 или 2, отличающееся тем, что участок входа (34) текучей среды имеет диаметр d_z (7).
4. Устройство по пп.1-3, отличающееся тем, что верхняя поверхность (20) и поверхность основания (21) верхней части (18) реакционной камеры имеют между собой в направлении течения текучей среды до перехода поверхности основания (21) в нижнюю часть (19) реакционной камеры преимущественно постоянное или сокращающееся расстояние b (23), причем расстояние b (23) соответствует одному-трем диаметрам d_z (7) участка входа (34) текучей среды ($b \leq 3 d_z$).
5. Устройство по пп.1-4, отличающееся тем, что расстояние z (30) составляет по меньшей мере половину диаметра участка входа текучей среды d_z (7) ($z \geq \frac{1}{2} d_z$).
6. Устройство по пп.1-5, отличающееся тем, что радиусу r_1 (8) соответствует расстояние, проходящее от поверхности основания (21) верхней части (18) реакционной камеры к наружной стенке выпускной трубы (10) вдоль плоскости, параллельной средней плоскости (5), а радиусу r_3 (28) соответствует расстояние, проходящее от начала перехода поверхности основания (24) нижней части (19) реакционной камеры до наружной стенки выпускной трубы (10), причем r_1 (8) по меньшей мере больше, чем сумма диаметра участка входа текучей среды d_z (7) и расстояния r_3 (28) ($r_1 \geq d_z + r_3$).
7. Устройство по пп.1-6, отличающееся тем, что верхняя часть (18) реакционной камеры содержит более одного подводящего отверстия (6), расположенного тангенциально к боковой поверхности верхней части (18) реакционной камеры.
8. Устройство по пп.1-7 формулы, отличающееся тем, что выпускная труба (10) и/или направляющее устройство (15) для текучей среды выполнены регулируемыми и перемещаемыми по продольной оси (2).
9. Устройство по пп.1-8 формулы, отличающееся тем, что направляющее устройство (15) для текучей среды имеет сквозное отверстие по продольной оси (2).
10. Способ энергоэффективного генерирования завихрений текучей среды в устройстве по пп.1-9, в котором обрабатываемую текучую среду по меньшей мере в одном объемном расходе вводят по меньшей мере через одно подводящее отверстие (6) в верхнюю часть (18) осесимметричной реакционной камеры в корпусе (3, 4) таким образом, чтобы по меньшей мере один объемный расход приводился в поступательное или вращательное движение по продольной оси (2) и был направлен к нижней части (19) реакционной камеры; по меньшей мере в одном объемном расходе формируют вращающееся завихрение текучей среды с гидродинамическим турбулентным пограничным слоем, создавая в завихрении текучей среды ускорение за счет сужения нижней части реакционной камеры в продольном сечении устройства по направлению течения текучей среды, перенаправляют завихрение текучей среды в направляющем устройстве (15) для текучей среды с восходящим движением, противоположном направленному в рабочем положении вниз поступательному и вращательному движению, по продольной оси (2) во входное отверстие (11) выпускной трубы (10), при этом осуществляют гидродинамическую обработку по меньшей мере одного вихря текучей среды, создавая обменное разложение и/или механическое и физическое

разрушение и/или радикализацию находящихся в текучей среде химических веществ или микроорганизмов.

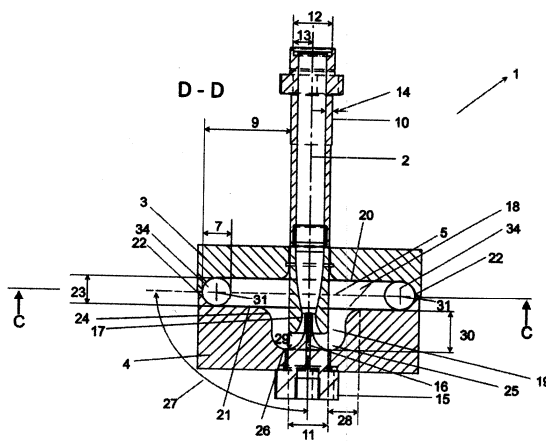
11. Способ по п.10, отличающийся тем, что через сквозное отверстие по продольной оси (2) в направляющем устройстве (15) для текучей среды во входное отверстие (11) выпускной трубы (10) всасывается по меньшей мере одна дополнительная текучая среда, причем это та же и/или другая дополнительная текучая среда, что была введена в по меньшей мере одно подводящее отверстие (6).

12. Способ по п.10 или 11, в котором устройство по пп.1-9, содержащее корпус (3, 4) и выпускную трубу (10), причем корпус (3, 4) содержит реакционную камеру, разделенную в направлении течения текучей среды на верхнюю часть (18) и нижнюю часть (19), при этом верхняя поверхность (20) и поверхность основания (21) верхней части (18) образуют угол наклона к продольной оси (27) $80-115^\circ$, верхняя часть (18) содержит зону перехода (22) между верхней поверхностью (20) и поверхностью основания (21), в которой имеет наибольший радиус (9) относительно наружной стенки выпускной трубы (10), при этом в зоне перехода (22) выполнено по меньшей мере одно подводящее отверстие (6), расположенное тангенциально к боковой поверхности реакционной камеры (18), к которому в направлении течения текучей среды примыкает участок входа (34) текучей среды, а нижняя часть (19) реакционной камеры расположена в направлении течения текучей среды на расстоянии z от перехода поверхности основания (24) до нижнего ограничения опорной поверхности (подошвы) (25), к которой примыкает направляющее устройство (15) для текучей среды, выполненное с восходящей геометрией и обеспечением возможности перенаправления текучей среды в нижнее входное отверстие (11) выпускной трубы (10), причем продольная ось выпускной трубы (10) совпадает с продольной осью (2) осесимметричной реакционной камеры (18, 19), а входное отверстие (11) выпускной трубы (10) находится на расстоянии a (29) к нижнему по направлению течения ограничению (26) криволинейной опорной поверхности ("подошвы") (25) используют для его реализации.

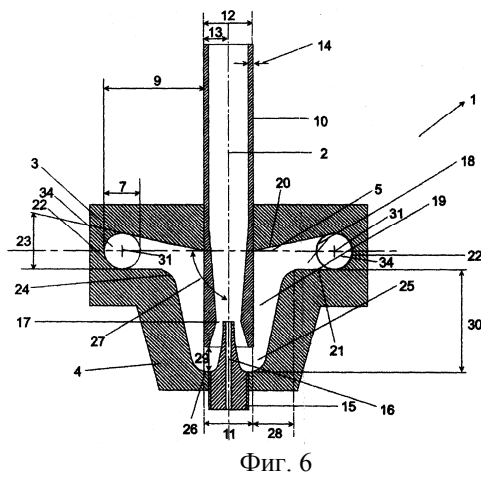
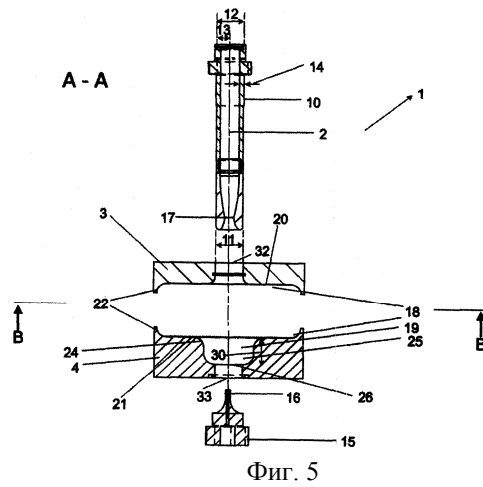
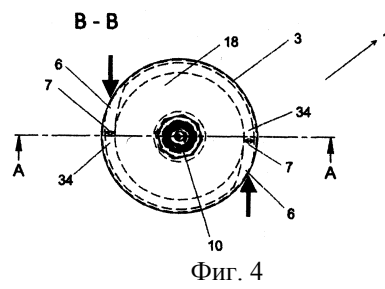
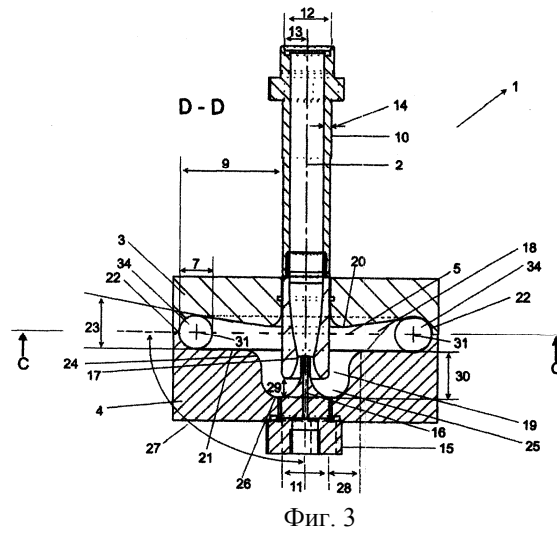
13. Применение устройства по пп.1-9 для предварительной обработки, подготовки, обеззараживания, дезинфекции и/или инициирования химических реакций текучих сред и в текучих средах.

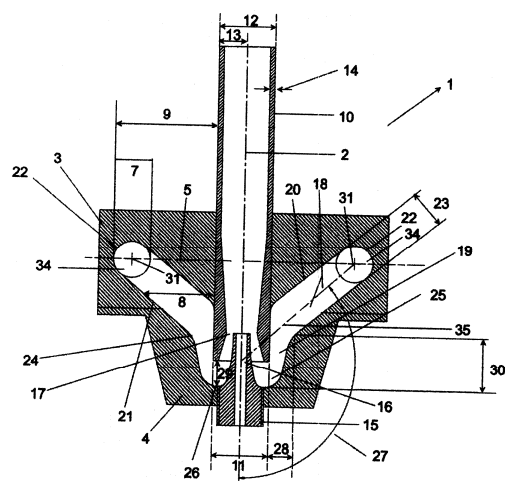


Фиг. 1



Фиг. 2





Фиг. 7

