



Республика Таджикистан

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения** К ПАТЕНТУ

1

- (21) 13000991
(22) 15.07.2013
(31) № 2010130727, 2010130972
(32) 21.07.2010, 23.07.2010
(33) RU
(46) Бюл. 95
(85) 15.01.2013
(71) Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский и проектный институт карбамида и продуктов органического синтеза» (ОАО НИИК) (RU).
(72) Сергеев Ю.А. (RU); Воробьев А.А. (RU); Андержанов Р.В. (RU); Чирков А.В. (RU); Головин Ю.А. (RU); Солдатов А.В. (RU); Прокопьев А.А. (RU); Кузнецов Н.М. (RU); Костин О.Н. (RU); Есин И.В. (RU).
(73) Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский и проектный институт карбамида и продуктов органического синтеза» (ОАО НИИК) (RU).
(54) **ГАЗОЖИДКОСТНЫЙ РЕАКТОР (ВАРИАНТЫ)**
(56) 1. BY 9335 C1, 30.06.2007
2. SU 1088779 A, 30.04.1984
3. SU 1648544 A1, 15.05.1991
4. WO 0249751 A1, 27.06.2002

2

(57) Изобретение относится к конструкции газо-жидкостного реактора с восходящим однонаправленным движением фаз и может быть использовано, в частности, для промышленного получения карбамида. Патрубки ввода реагентов в вертикальный проточный газо-жидкостный реактор соединены с входными патрубками размещенного в нижней части корпуса смесителя, осевой выходной патрубком которого направлен либо в сторону днища реактора, либо вверх, и снабжен диффузором. Смеситель состоит либо из коаксиальной трубы и одной или нескольких последовательно соединенных соосных вихревых камер с тангенциальными входными патрубками, либо только из двух или нескольких вихревых камер. Тангенциальные патрубки обеспечивают одинаковое направление вращения потоков во всех камерах. По крайней мере, один из тангенциальных патрубков наклонен в сторону, противоположную выходному отверстию осевого патрубка. Смеситель с выходным патрубком, направленным вверх, размещен внутри цилиндрической обечайки, концентричной корпусу реактора. Техническим результатом является увеличение интенсивности диспергирования взаимодействующих фаз и равномерности распределения реагентов в образованном двухфазном потоке.



(19) **TJ** (11) **484**

(51) **МПК (2006.01)**
B 01 J 10/00; B 01 F 3/04



Изобретение относится к аппаратурному оформлению химических процессов, протекающих в газожидкостной среде, а именно к конструкции газожидкостного реактора с восходящим однонаправленным движением фаз.

Эффективное проведение процессов в колонных газожидкостных реакторах с восходящим однонаправленным движением фаз возможно только в условиях равномерного распределения скоростей, размеров пузырей и газосодержания по сечению восходящего газожидкостного потока. Указанное распределение зависит от конструктивных особенностей реактора.

Известен газожидкостный реактор, содержащий вертикальный цилиндрический корпус с двумя патрубками ввода жидких реагентов и патрубком ввода газообразного реагента, расположенными в нижней части реактора, патрубком вывода продуктов реакции, расположенным в верхней части реактора, и колпачковое смесительное устройство, расположенное над патрубками ввода реагентов (SU 1088779, В 01 J 10/00, 19/00, 1984). Исходные реагенты вводят в реактор отдельными струйно-осевыми потоками через три патрубка. Пройдя смесительное устройство, потоки поступают в реакционное пространство в виде смеси.

Недостатком данной конструкции реактора является низкая интенсивность смешения реагентов и недостаточная степень диспергирования газа в нижней части реактора вследствие отдельного ввода реагентов и слабой турбулизации потока на выходе из смесителя.

Известен также газожидкостный реактор, содержащий вертикальный цилиндрический корпус с патрубками ввода жидких и газообразного реагентов, патрубком вывода продуктов реакции и патрубком вывода отходящих газов, распределительное устройство для подачи газообразного реагента, расположенное в нижней части реактора, установленную ниже патрубка вывода продуктов реакции полую коническую поверхность, обращенную открытым основанием к днищу реактора, установленный под конической поверхностью циклонный эжектор с тангенциальным патрубком, соединенным с одним из патрубков ввода жидкого реагента, соплом, направленным в сторону днища реактора, и коаксиальной трубой, расположенной внутри эжектора, причем верхний конец трубы соединен с объемом полый конической поверхности, а нижний ее конец расположен на уровне среза сопла над распределительным устройством для подачи газообразного реагента (SU 1648544, В01J 19/00, В01D 53/18, 1991). Для данной конструкции реактора характерно неравномерное распределение газа в объеме жидкости из-за отдельного ввода реагентов и особенностей конструкции газораспределительного устройства.

Наиболее близкими по технической сущности к вариантам предложенного реактора являются

варианты известного газожидкостного реактора (RU 2256495, В01J 10/00, 2005).

Согласно одному из вариантов известен газожидкостный реактор, содержащий вертикальный корпус с патрубками ввода реагентов и вывода продуктов реакции и размещенный в нижней части корпуса смеситель, включающий коаксиальную трубу и вихревую камеру, имеющую тангенциальный входной патрубок, соединенный с патрубком ввода первого реагента, и осевой выходной патрубком, причем осевой выходной патрубком направлен в сторону днища реактора, коаксиальная труба введена в цилиндрический корпус вихревой камеры, и верхний конец коаксиальной трубы соединен с патрубком ввода второго реагента.

Согласно другому варианту известен газожидкостный реактор, содержащий вертикальный корпус с патрубками ввода реагентов и вывода продуктов реакции и размещенный в нижней части корпуса смеситель, включающий, по крайней мере, две последовательно соединенные соосные вихревые камеры, имеющие тангенциальные входные патрубки, соединенные с патрубками ввода реагентов, и осевые выходные патрубки, причем осевой выходной патрубком каждой предшествующей камеры введен в цилиндрический корпус последующей камеры, и осевые выходные патрубки, направлены в сторону днища реактора.

Известный газожидкостный реактор в обоих вариантах обеспечивает определенную степень диспергирования реагентов при их смешении благодаря движению реагентов в смесителе в виде многослойного потока с концентрическими вращающимися слоями относительно небольшой толщины и последующему выходу потока в объем реактора. Такой характер движения потока обеспечивает желательную невысокую степень взаимного диспергирования слоев при их движении в смесителе и, вместе с тем, их определенное взаимное диспергирование при выходе этого потока в объем реактора.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является улучшение условий тепло- и массопередачи при взаимодействии реагентов.

Для решения этой задачи предложены четыре варианта конструкции газожидкостного реактора.

В первом варианте предложен газожидкостный реактор, содержащий вертикальный корпус с патрубками ввода реагентов и вывода продуктов реакции и размещенный в нижней части корпуса смеситель, включающий коаксиальную трубу и вихревую камеру, имеющую тангенциальный входной патрубок, соединенный с патрубком ввода первого реагента, и осевой выходной патрубком, направленный в сторону днища реактора, причем коаксиальная труба введена в цилиндрический корпус вихревой камеры, верхний конец коаксиальной трубы соединен с патрубком ввода второго реагента, отличающийся тем, что осевой выход

ной патрубок смесителя снабжен диффузором, и тангенциальный входной патрубок наклонен по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходному отверстию осевого выходного патрубка.

В зависимости от количества потоков взаимодействующих реагентов смеситель может также содержать, по крайней мере, одну дополнительную вихревую камеру, соосную первой и последовательно с ней соединенную, имеющую тангенциальный входной патрубок и осевой выходной патрубок, причем осевой выходной патрубок каждой предшествующей камеры введен в цилиндрический корпус последующей камеры. Тангенциальный входной патрубок, по крайней мере, одной дополнительной камеры может быть так же, как и в основной камере, наклонен по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходному отверстию осевого выходного патрубка. Нижняя часть реактора может содержать экран, размещенный вблизи днища реактора напротив выходного патрубка смесителя, и дополнительный экран, размещенный концентрично стенке корпуса реактора в зоне расположения смесителя.

Во втором варианте предложен газожидкостный реактор, содержащий вертикальный корпус с патрубками ввода реагентов и вывода продуктов реакции и размещенный в нижней части корпуса смеситель, включающий, по крайней мере, две последовательно соединенные соосные вихревые камеры, имеющие тангенциальные входные патрубки, соединенные с патрубками ввода реагентов, и осевые выходные патрубки, направленные в сторону днища реактора, причем осевой выходной патрубок каждой предшествующей камеры введен в цилиндрический корпус последующей камеры, отличающийся тем, что осевой выходной патрубок смесителя снабжен диффузором, и, по крайней мере, один тангенциальный входной патрубок наклонен по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходному отверстию осевого выходного патрубка.

Нижняя часть реактора, как и в первом варианте, может содержать экран, размещенный вблизи днища реактора напротив выходного патрубка смесителя, и дополнительный экран, размещенный концентрично стенке корпуса реактора в зоне расположения смесителя.

В третьем варианте предложен газожидкостный реактор, содержащий вертикальный корпус с патрубками ввода реагентов и вывода продуктов реакции и размещенный в нижней части корпуса смеситель, включающий коаксиальную трубу и вихревую камеру, имеющую тангенциальный входной патрубок, соединенный с патрубком вво-

да первого реагента, и осевой выходной патрубок, причем коаксиальная труба введена в цилиндрический корпус вихревой камеры и соединена с патрубком ввода второго реагента, отличающийся тем, что осевой выходной патрубок смесителя направлен вверх, тангенциальный входной патрубок наклонен по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходному отверстию осевого выходного патрубка, и реактор содержит цилиндрическую обечайку, концентричную корпусу реактора, охватывающую смеситель и имеющую диаметр в пределах $(0,6-0,9)D$, где D – внутренний диаметр корпуса.

Осевой выходной патрубок смесителя может быть снабжен диффузором. Смеситель может содержать, по крайней мере, одну дополнительную вихревую камеру, соосную первой и последовательно с ней соединенную, имеющую тангенциальный входной патрубок и осевой выходной патрубок, причем осевой выходной патрубок каждой предшествующей камеры введен в цилиндрический корпус последующей камеры. Тангенциальный входной патрубок, по крайней мере, одной дополнительной камеры может быть так же, как и в основной камере, наклонен по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходному отверстию осевого выходного патрубка.

В четвертом варианте предложен газожидкостный реактор, содержащий вертикальный корпус с патрубками ввода реагентов и вывода продуктов реакции и размещенный в нижней части корпуса смеситель, включающий, по крайней мере, две последовательно соединенные соосные вихревые камеры, имеющие тангенциальные входные патрубки, соединенные с патрубками ввода реагентов, и осевые выходные патрубки, причем осевой выходной патрубок каждой предшествующей камеры введен в цилиндрический корпус последующей камеры, отличающийся тем, что осевые выходные патрубки направлены вверх, по крайней мере, один тангенциальный входной патрубок наклонен по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходному отверстию осевого выходного патрубка, и реактор содержит цилиндрическую обечайку, концентричную корпусу реактора, охватывающую смеситель и имеющую диаметр в пределах $(0,6-0,9)D$, где D – внутренний диаметр корпуса. Осевой выходной патрубок смесителя может быть снабжен диффузором.

Техническим результатом, который может быть получен при использовании изобретения, является увеличение интенсивности диспергирования взаимодействующих фаз и равномерности распределения реагентов в образованном двухфазном потоке. В первом и втором вариантах этот результат достигается благодаря сочетанию вращательного движения потоков в вихревых камерах

по крутой спирали, обусловленного наклонным расположением тангенциальных входных патрубков, и быстрого расширения потока на выходе из смесителя благодаря действию диффузора. В третьем и четвертом вариантах, когда осевой выходной патрубок направлен вверх, и реактор содержит цилиндрическую обечайку, охватывающую смеситель, результат достигается благодаря сочетанию вращательного движения потоков в вихревых камерах по крутой спирали, обусловленного наклонным расположением тангенциальных входных патрубков, и взаимодействия потока из выходного патрубка с газожидкостной смесью, циркулирующей между пространствами внутри и снаружи обечайки за счет разности плотностей смеси в этих пространствах. В этих вариантах быстрое расширение потока на выходе из смесителя благодаря действию диффузора увеличивает интенсивность диспергирования фаз.

Во всех вариантах для улучшения качества диспергирования реагентов предпочтительно располагать тангенциальные входные патрубки камер таким образом, чтобы направление вращения потоков во всех камерах было одинаковым. Нижний (по первому варианту) или верхний (по третьему варианту) конец коаксиальной трубы и осевые выходные патрубки вихревых камер (по всем вариантам) предпочтительно вводить в цилиндрический корпус последующей камеры таким образом, чтобы срез трубы (патрубка) был расположен по ходу движения реагентов после входного отверстия тангенциального входного патрубка и не достигал среза выходного осевого патрубка последующей камеры. Предпочтительно также, чтобы смеситель содержал вихревые камеры с последовательно увеличивающимся по ходу движения реагентов диаметром. При использовании предложенного газожидкостного реактора в качестве реактора синтеза карбамида смеситель в первом и третьем вариантах может содержать одну или две вихревые камеры, а во втором и четвертом – две или три вихревые камеры.

Сущность вариантов изобретения иллюстрируется приложенными фиг. 1–7, на которых изображена в продольном разрезе нижняя часть газожидкостного реактора, являющегося конкретным воплощением предложенной конструкции – на фиг. 1–3 по первому варианту, на фиг. 6 по второму варианту, на фиг. 4, 5 по третьему варианту, на фиг. 7 по четвертому варианту.

В соответствии с фиг. 1 газожидкостный реактор включает корпус 1 и размещенный в нижней части корпуса смеситель, состоящий из вихревой камеры 2 и коаксиальной трубы 3, соединенной с патрубком подвода газообразного реагента 4. Вихревая камера содержит тангенциальный входной патрубок 5, наклоненный по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную

выходному отверстию осевого выходного патрубка, предпочтительно под углом $15\text{--}20^\circ$ к горизонтали, и соединенный с патрубком подвода жидкого реагента 6, и выходной осевой патрубок 7, обращенный в сторону днища реактора. Нижний конец коаксиальной трубы 3 расположен по ходу движения реагентов после входного отверстия тангенциального входного патрубка 5 и не достигает среза выходного осевого патрубка 7. Выходной осевой патрубок 7 снабжен диффузором 8.

Газожидкостный реактор, изображенный на фиг. 2, отличается от реактора, изображенного на фиг. 1, тем, что под диффузором 8 вблизи днища аппарата расположен защитный экран 9, а на цилиндрическом участке нижней части аппарата в зоне расположения смесителя концентрично стенке корпуса реактора расположен защитный экран 10.

При работе реакторов, изображенных на фиг. 1, 2, жидкий реагент из патрубка 6 через тангенциальный ввод 5 поступает в вихревую камеру 2, где приобретает интенсивное спиральное закрученное движение. Из патрубка 4 и коаксиальной трубы 3 в вихревую камеру 2 поступает газообразный реагент. В результате спирального закрученного движения потока жидкого реагента в вихревой камере 2 формируется структурированный вращающийся поток, в котором за счет центробежных сил реагенты распределяются по плотности: через осевую зону выходного патрубка 7 движется газообразный реагент, через периферийную зону – жидкий реагент. При выходе из патрубка 7 в результате потери гидродинамической устойчивости закрученного потока происходит интенсивное турбулентное диспергирование газообразного реагента и смешение фаз, которое становится еще более интенсивным при наличии диффузора 8. За счет размещения смесителя вблизи днища происходит дополнительное диспергирование потока. Пузырьки газа, образовавшиеся при распаде закрученной струи, разлетаются под разными углами, равномерно заполняя сечение реактора, включая области, непосредственно прилегающие к днищу. В поперечном сечении реактора, начиная от самого дна, формируется однородный восходящий газожидкостный поток с мелкодисперсной пузырьковой структурой. При этом исключается образование периферийных застойных зон, не заполненных диспергированным газом, и не диспергированных газовых струй.

В реакторе, изображенном на фиг. 2, защитный экран 9, расположенный под выходным соплом вихревого смесителя вблизи днища аппарата, и экран цилиндрической формы 10, расположенный на цилиндрическом участке нижней части аппарата, препятствуют контакту газожидкостного потока, выходящего из смесителя, с материалом днища и стенок, защищая их тем самым от износа,

который может иметь место в случае, когда газожидкостный поток обладает значительной коррозионной активностью.

В соответствии с фиг. 3 газожидкостный реактор включает корпус 1 и размещенный в нижней части корпуса смеситель, состоящий из верхней и нижней вихревых камер 2, 11 и коаксиальной трубы 3, соединенной с патрубком подвода газообразного реагента 4. Диаметр вихревой камеры 11 больше диаметра вихревой камеры 2. Вихревые камеры 2 и 11 содержат тангенциальные входные патрубки 5 и 12, наклоненные по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходным отверстиям осевых выходных патрубков, предпочтительно под углом $15-20^\circ$ к горизонтали, и соединенные с патрубками подвода жидких реагентов 6 и 13, и выходные осевые патрубки 7 и 14, обращенные в сторону днища реактора. Выходной осевой патрубок 14 снабжен диффузором 15. Тангенциальные входные патрубки 5 и 12 расположены таким образом, чтобы направление вращения потоков в обеих камерах было одинаковым. Нижний конец коаксиальной трубы 3 расположен по ходу движения реагентов после входного отверстия тангенциального входного патрубка 5 и не достигает среза выходного осевого патрубка 7. Нижний конец выходного осевого патрубка 7 расположен по ходу движения реагентов после входного отверстия тангенциального входного патрубка 12 и не достигает среза выходного осевого патрубка 14. Под диффузором 15 вблизи днища аппарата расположен защитный экран 9. На цилиндрическом участке нижней части аппарата расположен защитный экран 10. Реактор работает аналогично реакторам, изображенным на фиг. 1, 2, с тем отличием, что к структурированному вращающемуся потоку, сформированному в верхней вихревой камере 2, в нижней вихревой камере 11 присоединяется наружный слой второго жидкого реагента, вращающийся однонаправленно с потоком первого жидкого реагента.

В соответствии с фиг. 4 газожидкостный реактор включает корпус 1 и размещенный в нижней части корпуса смеситель, состоящий из вихревой камеры 2 и коаксиальной трубы 3, соединенной с патрубком подвода газообразного реагента 4. Вихревая камера содержит тангенциальный входной патрубок 5, наклоненный по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходному отверстию осевого выходного патрубка, предпочтительно под углом $15-20^\circ$ к горизонтали, и соединенный с патрубком подвода жидкого реагента 6, и выходной осевой патрубок 7, обращенный вверх и снабженный диффузором 8. Верхний конец коаксиальной трубы 3 расположен по ходу движения реагентов после входного от

верстия тангенциального входного патрубка 5 и не достигает среза выходного осевого патрубка 7.

Смеситель размещен внутри цилиндрической обечайки 16, соосной корпусу 1 и имеющей диаметр в пределах $(0,6-0,9)D$, где D – внутренний диаметр корпуса.

При работе реактора, изображенного на фиг. 4, жидкий реагент из патрубка 6 через тангенциальный ввод 5 поступает в вихревую камеру 2, где приобретает интенсивное спиральное закрученное движение. Из патрубка 4 и коаксиальной трубы 3 в вихревую камеру 2 поступает газообразный реагент. В результате спирального закрученного движения потока жидкого реагента в вихревой камере 2 формируется структурированный вращающийся поток, в котором за счет центробежных сил реагенты распределяются по плотности: через осевую зону выходного патрубка 7 движется газообразный реагент, через периферийную зону – жидкий реагент. При выходе из патрубка 7 в диффузор 8 в результате потери гидродинамической устойчивости закрученного потока происходит интенсивное турбулентное диспергирование газообразного реагента и смешение фаз. Пузырьки газа, образовавшиеся при распаде закрученной струи, разлетаются под разными углами, равномерно заполняя сечение реактора. На выходе потока из пространства внутри обечайки 16 происходит частичное отделение жидкой фазы, и в результате разности плотностей среды внутри и вне обечайки возникает ее циркуляция в направлении, показанном на фиг. 4. Взаимодействие потока, выходящего из диффузора 8, с циркуляционным потоком, обеспечивает повышение степени взаимного диспергирования фаз. В поперечном сечении реактора над смесителем формируется однородный восходящий газожидкостный поток с мелкодисперсной пузырьковой структурой. При этом исключается образование периферийных застойных зон, не заполненных диспергированным газом, и не диспергированных газовых струй.

В соответствии с фиг. 5 газожидкостный реактор включает корпус 1 и размещенный в нижней части корпуса смеситель, состоящий из нижней и верхней вихревых камер 2, 11 и коаксиальной трубы 3, соединенной с патрубком подвода газообразного реагента 4. Диаметр вихревой камеры 11 больше диаметра вихревой камеры 2. Вихревые камеры 2 и 11 содержат тангенциальные входные патрубки 5 и 12, наклоненные по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходным отверстиям осевых выходных патрубков, предпочтительно под углом $15-20^\circ$ к горизонтали, и соединенные с патрубками подвода жидких реагентов 6 и 13, и выходные осевые патрубки 7 и 14, обращенные вверх. Выходной осевой патрубок 14 снабжен диффузором 15. Тангенциаль-

ные входные патрубки 5 и 12 расположены таким образом, чтобы направление вращения потоков в обеих камерах было одинаковым. Верхний конец коаксиальной трубы 3 расположен по ходу движения реагентов после входного отверстия тангенциального входного патрубка 5 и не достигает среза выходного осевого патрубка 7. Верхний конец выходного осевого патрубка 7 расположен по ходу движения реагентов после входного отверстия тангенциального входного патрубка 12 и не достигает среза выходного осевого патрубка 14. Смеситель размещен внутри цилиндрической обечайки 16, соосной корпусу 1 и имеющей диаметр в пределах $(0,6-0,9)D$, где D – внутренний диаметр корпуса.

Реактор работает аналогично реактору, изображенному на фиг. 4, с тем отличием, что к структурированному вращающемуся потоку, сформированному в нижней вихревой камере 2, в верхней вихревой камере 11 присоединяется наружный слой второго жидкого реагента, вращающийся однонаправленно с потоком первого жидкого реагента.

В соответствии с фиг. 6 газожидкостный реактор включает корпус 1 и размещенный в нижней части корпуса смеситель, состоящий из трех вихревых камер 17, 2, 11. Диаметр вихревой камеры 2 больше диаметра вихревой камеры 17, а диаметр вихревой камеры 11 больше диаметра вихревой камеры 2. Вихревые камеры содержат тангенциальные входные патрубки 18, 5, 12, наклоненные по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходным отверстиям осевых выходных патрубков, предпочтительно под углом $15-20^\circ$ к горизонтали, и соединенные соответственно с патрубком подвода газообразного реагента 4 и патрубками подвода жидких реагентов 6 и 13, и выходные осевые патрубки 19, 7, 14, обращенные в сторону дна реактора. Нижние концы выходных осевых патрубков 19 и 7 расположены по ходу движения реагентов после входных отверстий тангенциальных входных патрубков 5 и 12 и не достигают срезов выходных осевых патрубков 7 и 14 (соответственно). Выходной осевой патрубок 14 снабжен диффузором 15. Под диффузором 15 вблизи дна аппарата расположен защитный экран 9. На цилиндрическом участке нижней части аппарата расположен защитный экран 10. Реактор

работает аналогично реактору, изображенному на фиг. 3, с тем отличием, что структурированный вращающийся поток формируется в вихревых камерах 17, 2 и 11 в результате однонаправленного вращения как двух жидких реагентов, так и газообразного.

В соответствии с фиг. 7 газожидкостный реактор включает корпус 1 и размещенный в нижней части корпуса смеситель, состоящий из трех вихревых камер 17, 2, 11. Диаметр вихревой камеры 2 больше диаметра вихревой камеры 17, а диаметр вихревой камеры 11 больше диаметра вихревой камеры 2. Вихревые камеры содержат тангенциальные входные патрубки 18, 5, 12, наклоненные по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходным отверстиям осевых выходных патрубков, предпочтительно под углом $15-20^\circ$ к горизонтали, и соединенные соответственно с патрубком подвода газообразного реагента 4 и патрубками подвода жидких реагентов 6 и 13, и выходные осевые патрубки 19, 7, 14, обращенные вверх. Верхние концы выходных осевых патрубков 19 и 7 расположены по ходу движения реагентов после входных отверстий тангенциальных входных патрубков 5 и 12 и не достигают срезов выходных осевых патрубков 7 и 14 (соответственно). Выходной осевой патрубок 14 снабжен диффузором 15. Смеситель размещен внутри цилиндрической обечайки 16, соосной корпусу 1 и имеющей диаметр в пределах $(0,6-0,9)D$, где D – внутренний диаметр корпуса. Реактор работает аналогично реактору, изображенному на фиг. 5, с тем отличием, что структурированный вращающийся поток формируется в вихревых камерах 17, 2 и 11 в результате однонаправленного вращения как двух жидких реагентов, так и газообразного.

Реакторы, изображенные на фиг. 1–7, могут быть использованы в качестве реакторов синтеза карбамида. При этом газообразным реагентом является диоксид углерода, а жидкими реагентами – аммиак и водноаммиачный раствор карбамата аммония (раствор углеаммонийных солей) или их смесь.

Изобретение может быть использовано в химической, нефтехимической и других отраслях промышленности, в частности, для промышленного получения карбамида.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Газожидкостный реактор, содержащий вертикальный корпус с патрубками ввода реагентов и вывода продуктов реакции и размещенный в нижней части корпуса смеситель, включающий коаксиальную трубу и вихревую камеру, имеющую тангенциальный входной патрубок, соединенный с патрубком ввода первого реагента, и осевой выходной патрубок, направленный в сторону днища реактора, причем коаксиальная труба введена в цилиндрический корпус вихревой камеры, верхний конец коаксиальной трубы соединен с патрубком ввода второго реагента, отличающийся тем, что осевой выходной патрубок смесителя снабжен диффузором, и тангенциальный входной патрубок наклонен по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходному отверстию осевого выходного патрубка.

2. Газожидкостный реактор по пункту 1, отличающийся тем, что нижний конец коаксиальной трубы расположен по ходу движения реагентов после входного отверстия тангенциального входного патрубка и не достигает среза осевого выходного патрубка.

3. Газожидкостный реактор по пункту 1, отличающийся тем, что смеситель содержит, по крайней мере, одну дополнительную вихревую камеру, соосную первой и последовательно с ней соединенную, имеющую тангенциальный входной патрубок и осевой выходной патрубок, причем осевой выходной патрубок каждой предшествующей камеры введен в цилиндрический корпус последующей камеры.

4. Газожидкостный реактор по пункту 3, отличающийся тем, что тангенциальный входной патрубок, по крайней мере, одной дополнительной камеры наклонен по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходному отверстию осевого выходного патрубка.

5. Газожидкостный реактор по пункту 3, отличающийся тем, что тангенциальные входные патрубки камер расположены таким образом, чтобы направление вращения потоков во всех камерах было одинаковым, а осевой выходной патрубок каждой предшествующей камеры введен в цилиндрический корпус последующей камеры таким образом, что его срез расположен по ходу движения реагентов после входного отверстия тангенциального входного патрубка и не достигает среза осевого выходного патрубка последующей камеры.

6. Газожидкостный реактор по пункту 3, отличающийся тем, что смеситель содержит вихре-

вые камеры с последовательно увеличивающимся по ходу движения реагентов диаметром.

7. Газожидкостный реактор по пункту 1, отличающийся тем, что нижняя часть реактора содержит экран, размещенный вблизи днища реактора напротив выходного патрубка смесителя.

8. Газожидкостный реактор по пункту 7, отличающийся тем, что он содержит дополнительный экран, размещенный концентрично стенке корпуса реактора в зоне расположения смесителя.

9. Газожидкостный реактор, содержащий вертикальный корпус с патрубками ввода реагентов и вывода продуктов реакции и размещенный в нижней части корпуса смеситель, включающий, по крайней мере, две последовательно соединенные соосные вихревые камеры, имеющие тангенциальные входные патрубки, соединенные с патрубками ввода реагентов, и осевые выходные патрубки, направленные в сторону днища реактора, причем осевой выходной патрубок каждой предшествующей камеры введен в цилиндрический корпус последующей камеры, отличающийся тем, что осевой выходной патрубок смесителя снабжен диффузором, и, по крайней мере, один тангенциальный входной патрубок наклонен по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходному отверстию осевого выходного патрубка.

10. Газожидкостный реактор по пункту 9, отличающийся тем, что тангенциальные входные патрубки ввода реагентов в камеры расположены таким образом, чтобы направление вращения тангенциальных потоков во всех камерах было одинаковым, а осевой выходной патрубок каждой предшествующей камеры введен в цилиндрический корпус последующей камеры таким образом, что его срез расположен по ходу движения реагентов после входного отверстия тангенциального входного патрубка и не достигает среза осевого выходного патрубка последующей камеры.

11. Газожидкостный реактор по пункту 9, отличающийся тем, что смеситель содержит вихревые камеры с последовательно увеличивающимся по ходу движения реагентов диаметром.

12. Газожидкостный реактор по пункту 9, отличающийся тем, что нижняя часть реактора содержит экран, размещенный вблизи днища реактора напротив выходного патрубка смесителя.

13. Газожидкостный реактор по пункту 12, отличающийся тем, что он содержит дополнительный экран, размещенный концентрично стенке корпуса реактора в зоне расположения смесителя.

14. Газожидкостный реактор, содержащий вертикальный корпус с патрубками ввода реагентов в нижней части корпуса смеситель, включающий коаксиальную трубу и вихревую камеру, имеющую тангенциальный входной патрубок, соединенный с патрубком ввода первого реагента, и осевой выходной патрубок, причем коаксиальная труба введена в цилиндрический корпус вихровой камеры и соединена с патрубком ввода второго реагента, отличающийся тем, что осевой выходной патрубок смесителя направлен вверх, тангенциальный входной патрубок наклонен по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходному отверстию осевого выходного патрубка, и реактор содержит цилиндрическую обечайку, concentричную корпусу реактора, охватывающую смеситель и имеющую диаметр в пределах $(0,6-0,9)D$, где D – внутренний диаметр корпуса.

15. Газожидкостный реактор по пункту 14, отличающийся тем, что осевой выходной патрубок смесителя снабжен диффузором.

16. Газожидкостный реактор по пункту 14, отличающийся тем, что верхний конец коаксиальной трубы расположен по ходу движения реагентов после входного отверстия тангенциального входного патрубка и не достигает среза осевого выходного патрубка.

17. Газожидкостный реактор по пункту 14, отличающийся тем, что смеситель содержит, по крайней мере, одну дополнительную вихревую камеру, соосную первой и последовательно с ней соединенную, имеющую тангенциальный входной патрубок и осевой выходной патрубок, причем осевой выходной патрубок каждой предшествующей камеры введен в цилиндрический корпус последующей камеры.

18. Газожидкостный реактор по пункту 17, отличающийся тем, что тангенциальный входной патрубок, по крайней мере, одной дополнительной камеры наклонен по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходному отверстию осевого выходного патрубка.

19. Газожидкостный реактор по пункту 17, отличающийся тем, что тангенциальные входные патрубки камер расположены таким образом, чтобы направление вращения потоков во всех камерах было одинаковым, а осевой выходной патрубок каждой предшествующей камеры введен в цилиндрический корпус последующей камеры таким образом, что его срез расположен по ходу движе-

тов и вывода продуктов реакции и размещенный в

ния реагентов после входного отверстия тангенциального входного патрубка и не достигает среза осевого выходного патрубка последующей камеры.

20. Газожидкостный реактор по пункту 17, отличающийся тем, что смеситель содержит вихревые камеры с последовательно увеличивающимся по ходу движения реагентов диаметром.

21. Газожидкостный реактор, содержащий вертикальный корпус с патрубками ввода реагентов и вывода продуктов реакции и размещенный в нижней части корпуса смеситель, включающий, по крайней мере, две последовательно соединенные соосные вихревые камеры, имеющие тангенциальные входные патрубки, соединенные с патрубками ввода реагентов, и осевые выходные патрубки, причем осевой выходной патрубок каждой предшествующей камеры введен в цилиндрический корпус последующей камеры, отличающийся тем, что осевые выходные патрубки направлены вверх, по крайней мере, один тангенциальный входной патрубок наклонен по отношению к корпусу смесителя в сторону, противоположную выходному отверстию осевого выходного патрубка, и реактор содержит цилиндрическую обечайку, concentричную корпусу реактора, охватывающую смеситель и имеющую диаметр в пределах $(0,6-0,9)D$, где D – внутренний диаметр корпуса.

22. Газожидкостный реактор по пункту 21, отличающийся тем, что осевой выходной патрубок смесителя снабжен диффузором.

23. Газожидкостный реактор по пункту 21, отличающийся тем, что тангенциальные входные патрубки ввода реагентов в камеры расположены таким образом, чтобы направление вращения тангенциальных потоков во всех камерах было одинаковым, а осевой выходной патрубок каждой предшествующей камеры введен в цилиндрический корпус последующей камеры таким образом, что его срез расположен по ходу движения реагентов после входного отверстия тангенциального входного патрубка и не достигает среза осевого выходного патрубка последующей камеры.

24. Газожидкостный реактор по пункту 21, отличающийся тем, что смеситель содержит вихревые камеры с последовательно увеличивающимся по ходу движения реагентов диаметром.

Компьютерный набор: Фатхуллова М.

Заказ

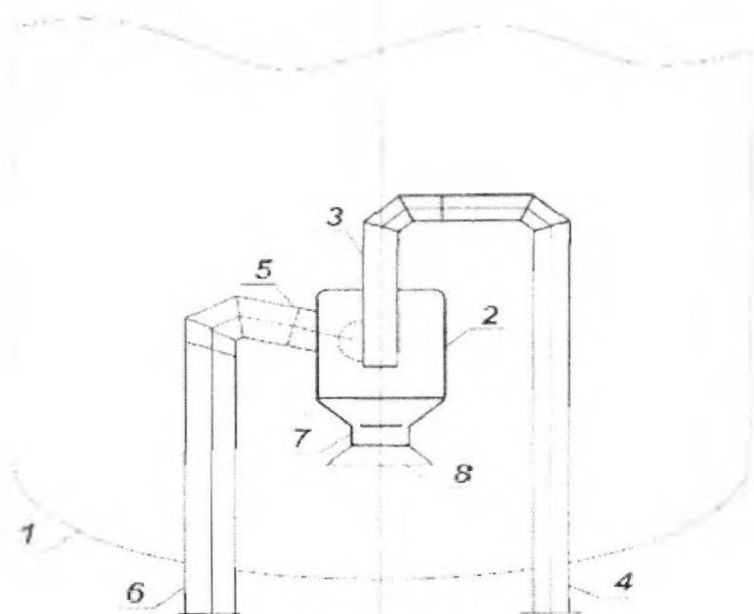
Тираж

Подписное

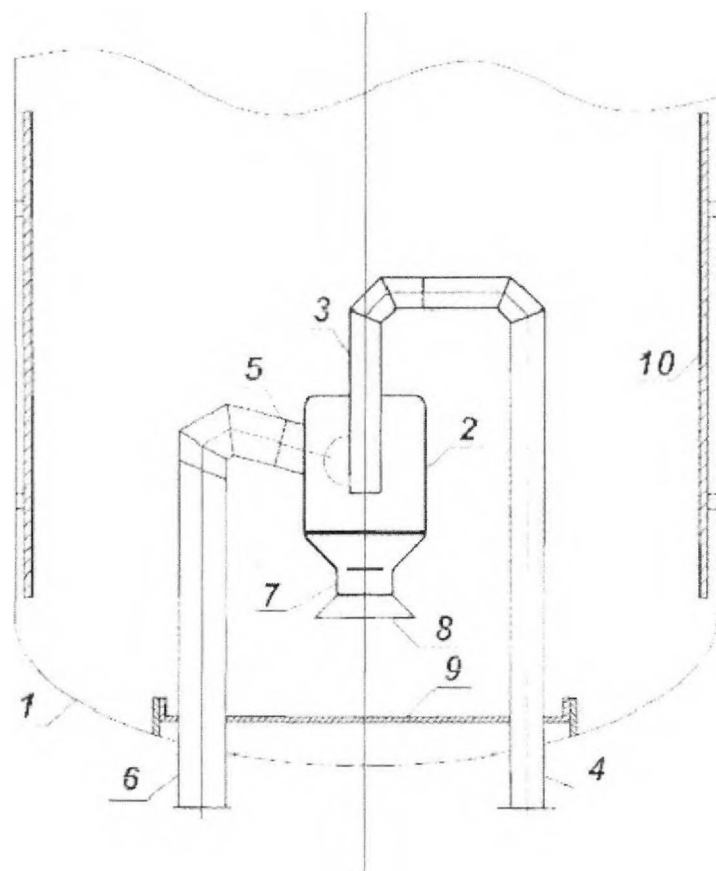
Национальный патентно-информационный центр РТ
734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а.

ГАЗОЖИДКОСТНЫЙ РЕАКТОР (ВАРИАНТЫ)

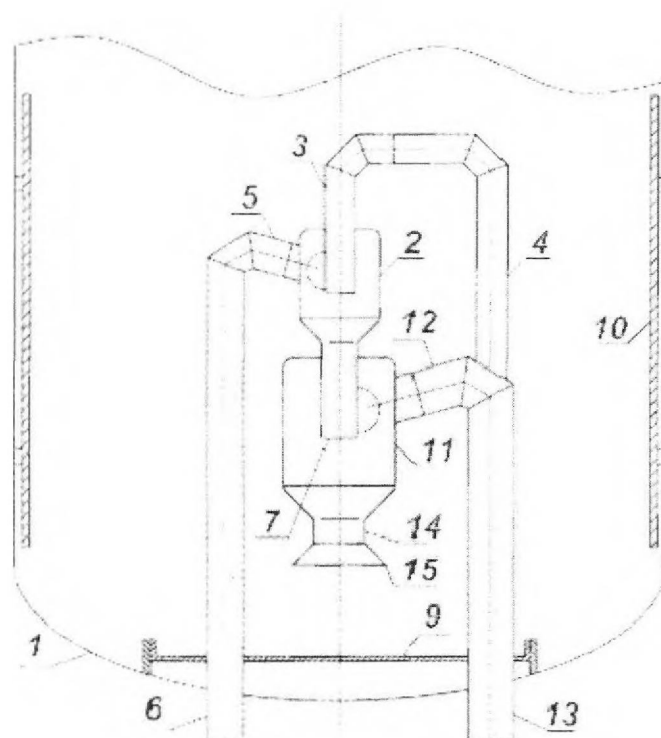
1/7



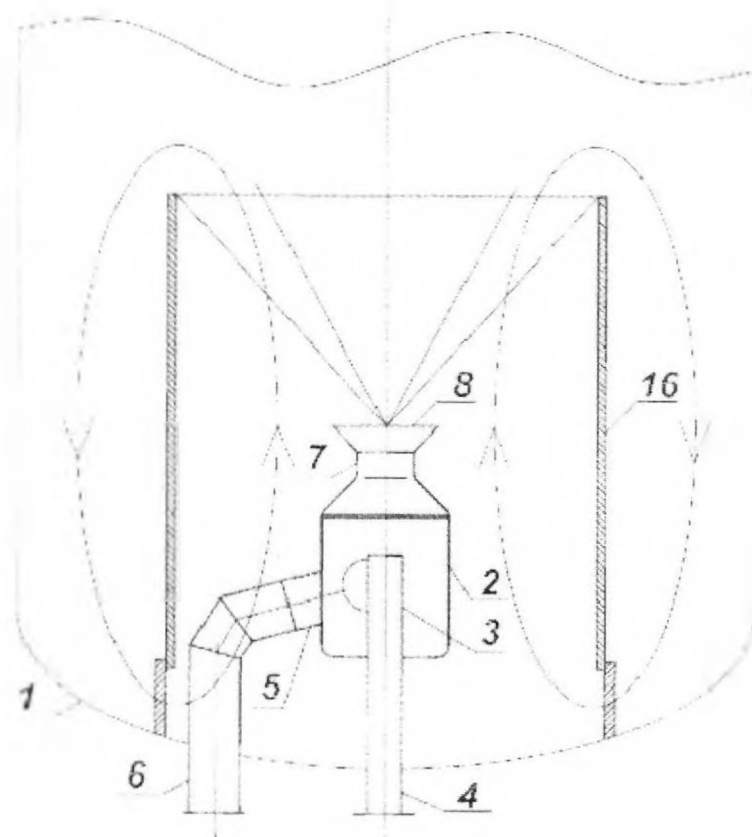
Фиг.1



Фиг.2

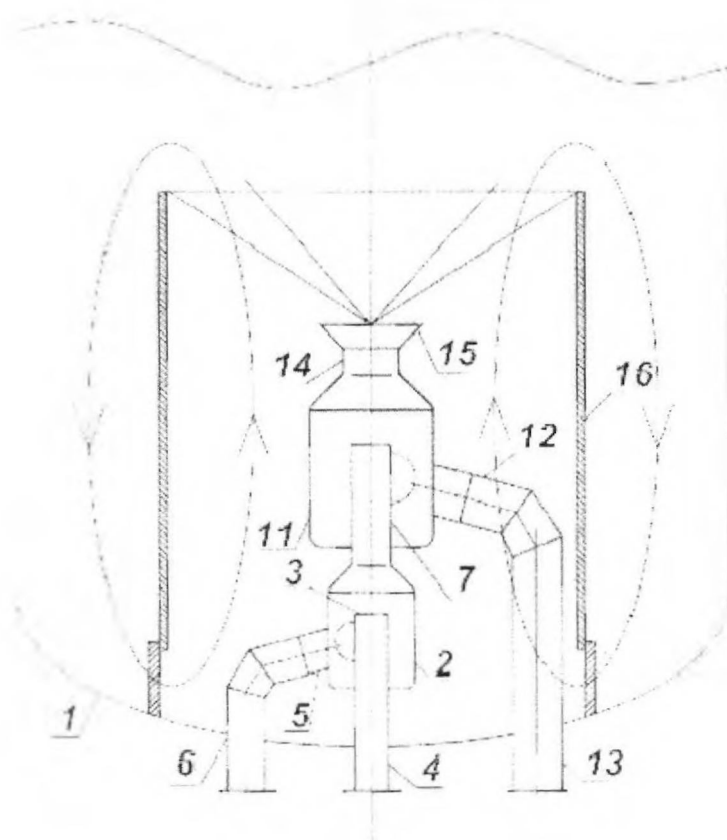


Фиг.3

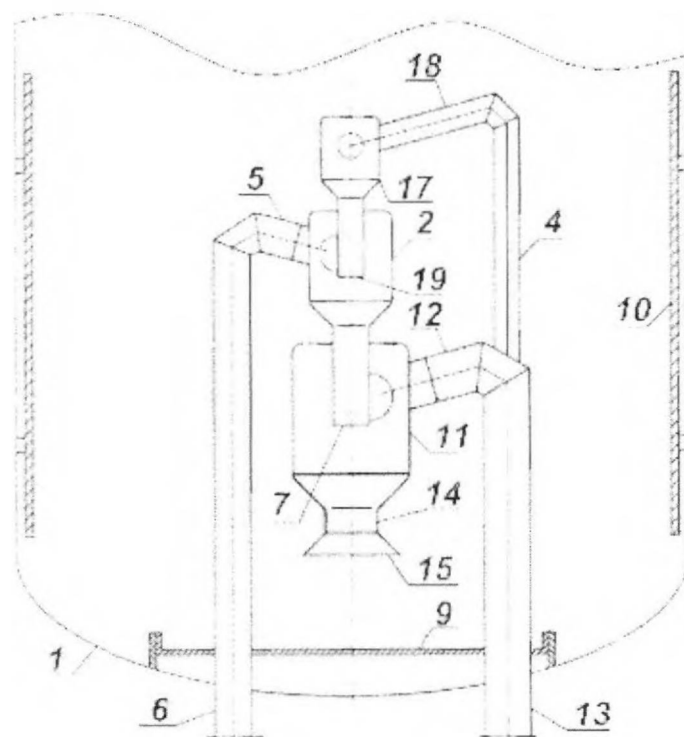


Фиг.4

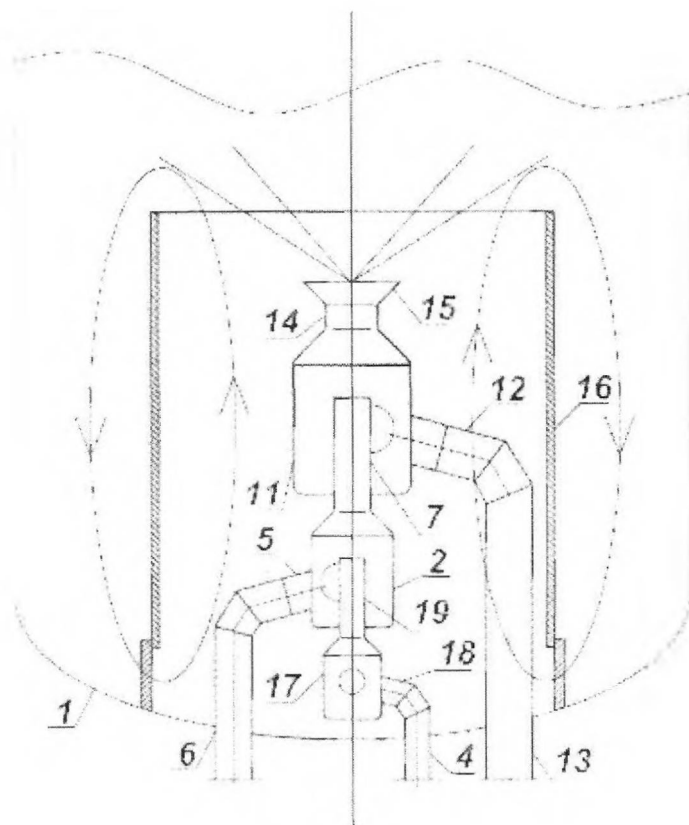
5/7



Фиг.5



Фиг.6



Фиг.7