

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 040458

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.06.06

(51) Int. Cl. *B01J 2/16* (2006.01)
C05C 9/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202191635

(22) Дата подачи заявки
2019.12.18

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГРАНУЛИРОВАНИЯ КАРБАМИДА

(31) 18213505.3

(32) 2018.12.18

(33) EP

(43) 2021.07.31

(86) PCT/NL2019/050848

(87) WO 2020/130814 2020.06.25

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
СТАМИКАРБОН Б.В. (NL)

(72) Изобретатель:
Симонс Петрус Анна Мария Робертус,
Курстен Йоханнес Ламбертус (NL)

(74) Представитель:
Фелицына С.Б. (RU)

(56) US-A1-2012282361
US-B1-6203730
US-A-5395449
DE-A1-10146778
US-A-5964901

(57) Описан гранулятор с псевдооживленным слоем для гранулирования карбамида или карбамидсодержащих жидкостей, причем гранулирующую жидкость подают через коллектор подачи, содержащий приемник и стояки. Стояки, по меньшей мере, частично, обеспечены внутри каналов для вторичного газа.

040458

B1

040458

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к гранулятору с псевдоожиженным слоем. В частности, гранулятор подходит для гранулирования карбамида или карбамидсодержащих жидкостей, таких как плав карбамида. Гранулятор, например, подходит для формирования гранул карбамида или карбамидсодержащих гранул. Гранулы карбамида (которые могут включать добавки, такие как соли аммония) используют главным образом в качестве удобрения и можно, например, также использовать в кормах для крупного рогатого скота и для уменьшения количества выбросов NO_x .

Уровень техники

Изобретение относится к гранулятору с псевдоожиженным слоем. Во время работы такого гранулятора в одном или более отделениях для гранулирования формируется стабильный псевдоожиженный слой частиц за счет подачи газа для псевдоожижения, часто воздуха, через пластину для псевдоожижения. Эта пластина располагается в нижней части указанных отделений и имеет множество отверстий для подачи газа для псевдоожижения. При эксплуатации устройства гранулирующую жидкость (например, плав карбамида, например, содержащий более 90 или более 95 мас.% карбамида, например содержащий менее 5 мас.% воды) подают в псевдоожиженный слой через форсунки в пластине для псевдоожижения. Через форсунки также подают вторичный газ, часто воздух, причем газ, например, используют в форсунках для распыления гранулирующей жидкости в виде струи брызг или для проведения частиц через пленку гранулирующей жидкости, при этом пленку формируют с помощью форсунок. В каждом отделении гранулятора форсунки, как правило, расположены в виде упорядоченных рядов в пластине для псевдоожижения. В процессе эксплуатации газ для псевдоожижения проходит через отверстия в пластине для псевдоожижения и обеспечивает при этом псевдоожижение частиц в отделениях для гранулирования и отвод тепла кристаллизации. Таким образом, под пластиной для псевдоожижения расположены три системы подачи: система подачи газа для псевдоожижения, система подачи гранулирующей жидкости (например, плава карбамида) и система подачи вторичного газа.

В настоящем изобретении газ для псевдоожижения и вторичный газ подают отдельно, например при разных температурах, разных скоростях потока и/или разных давлениях, и они оба являются, например, воздухом. В предпочтительном варианте осуществления температура газа для псевдоожижения составляет до 50°C (минимальная температура представляет собой, например, температуру окружающей среды), а температура вторичного газа составляет, например, по меньшей мере 60°C или по меньшей мере 100°C и, например, до 150°C. В изобретении предпочтительная высокая температура вторичного газа, предпочтительно вторичного воздуха, может быть успешно использована для предотвращения затвердевания расплава мочевины в качестве предпочтительной грануляционной жидкости в частях коллектора подачи грануляционной жидкости гранулятора в соответствии с изобретением, которые размещены внутри пространства для вторичного газа.

В документе EP 2055373 (также опубликованном как US 2012/0282361) описан гранулятор, содержащий модуль гранулирования, имеющий в нижней части нижнее перекрытие с перфорированной пластиной, верхнюю трубу подачи воздуха для подачи воздуха на нижнее перекрытие и распылительные форсунки для распыления гранулирующей жидкости. Форсунки расположены в центре выпускных воздушных отверстий в трубах подачи воздуха, причем каждая из них ответвляется от какой-либо нижней трубы подачи воздуха и каждая из них имеет отверстие в нижнем перекрытии для нагнетания воздуха в модуль гранулирования. На фиг. 1 из документа EP 2055373 схематически показан гранулятор с распылительными форсунками, соединенными с горизонтальной линией подачи гранулирующей жидкости, которая интенсивно проходит через верхнюю трубу подачи воздуха для подачи воздуха для псевдоожижения. В документе EP 2055373 воздух для псевдоожижения имеет температуру 44°C и, следовательно, он относительно холодный (табл. 2), поэтому в приемнике в соответствии с документом EP 2055373 существует риск охлаждения и отверждения гранулирующей жидкости, или в альтернативном варианте осуществления гранулирующая жидкость на входе гранулятора в соответствии с документом EP 2055373 должна быть очень теплой.

В документе STAMI UREA LAUNCH FINISH Granulation Design говорится, что в технологии гранулирования карбамида компании Stamicarbon используют гранулятор с псевдоожиженным слоем, в котором плав карбамида подают через множество распылительных форсунок для формирования пленки. Непрерывный поток вторичного воздуха поступает через кольцевой зазор для подачи воздуха, предусмотренный вокруг каждой распылительной форсунки, и отвечает за проведение затравки/гранул через пленку плава карбамида. Гранулятор с псевдоожиженным слоем разделен на множество секций для гранулирования, в которых плав карбамида подают через форсунки, и ряд секций охлаждения, в которых сформированные гранулы охлаждают. Воздух для псевдоожижения распределяют по секциям для гранулирования и охлаждения для удержания псевдоожиженного слоя и отвода выделяемого тепла кристаллизации.

В статье Coming of age, Nitrogen & Methanol, № 272, ноябрь-декабрь 2004 г., стр. 37-43, XP001212587, упоминается, что гранулятор от компании Stamicarbon для процесса гранулирования карбамида в псевдоожиженном слое включает в себя ряд приемных коллекторов, расположенных вдоль гранулятора. Эти приемники расположены под пластиной для псевдоожижения, и каждый из них содержит

трубу приемника воздуха с трубой приемника плава, расположенной коаксиально внутри трубы приемника воздуха.

Целью настоящего изобретения является обеспечение усовершенствованного гранулятора с псевдоожиженным слоем.

Сущность изобретения

В первом аспекте изобретение относится к гранулятору с псевдоожиженным слоем для гранулирования карбамида или карбамидсодержащих жидкостей, причем гранулятор содержит камеру гранулятора, при этом камера гранулятора содержит: нижнюю стенку, верхнюю стенку, впускное отверстие для газа для псевдоожижения, впускное отверстие для вторичного газа, выпускное отверстие для твердых частиц продукта, выпускное отверстие для отходящего газа и необязательно впускное отверстие для затравочных частиц, причем камера гранулятора содержит множество отделений для гранулирования, которые расположены последовательно в направлении по длине гранулятора, при этом гранулятор дополнительно содержит впускное отверстие для гранулирующей жидкости и коллектор подачи гранулирующей жидкости, причем коллектор подачи гранулирующей жидкости содержит приемник гранулирующей жидкости соединен с указанным впускным отверстием для гранулирующей жидкости и с множеством указанных стояков, причем камера гранулятора дополнительно содержит пластину для псевдоожижения и, по меньшей мере, разделительную пластину в указанных отделениях для гранулирования, при этом разделительная пластина отстоит от пластины для псевдоожижения в вертикальном направлении и размещена ниже пластины для псевдоожижения, причем разделительная пластина расположена между указанной нижней стенкой и указанной пластиной для псевдоожижения, при этом указанная камера гранулятора содержит первое пространство между указанной верхней стенкой и указанной пластиной для псевдоожижения, второе пространство между указанной пластиной для псевдоожижения и указанной разделительной пластиной и третье пространство между указанной разделительной пластиной и указанной нижней стенкой, причем каждое из указанных первого, второго и третьего пространств имеет камеру, при этом указанный гранулятор выполнен с возможностью удержания псевдоожиженного слоя частиц в процессе эксплуатации в указанном первом пространстве, и при этом камера указанного первого пространства содержит указанное выпускное отверстие для твердых частиц продукта, указанное выпускное отверстие для отходящего газа и необязательно указанное впускное отверстие для затравочных частиц, причем камера указанного второго пространства содержит указанное впускное отверстие для газа для псевдоожижения, и при этом пластина для псевдоожижения содержит отверстия для прохождения указанного газа для псевдоожижения из указанного второго пространства в указанное первое пространство, причем указанная камера указанного третьего пространства содержит указанное впускное отверстие для вторичного газа, при этом гранулятор содержит множество форсунок в указанных отделениях гранулятора для подачи указанной гранулирующей жидкости в указанное первое пространство, причем по меньшей мере одна из указанных форсунок содержит впускное отверстие форсунки для указанного вторичного газа и впускное отверстие форсунки для указанной гранулирующей жидкости, при этом указанный гранулятор содержит канал для вторичного газа, который проходит от отверстия для вторичного газа в указанной разделительной пластине через указанное второе пространство к указанному впускному отверстию форсунки для вторичного газа, причем указанный коллектор подачи гранулирующей жидкости частично расположен в указанном третьем пространстве и частично в указанном втором пространстве, и при этом по меньшей мере один из указанных стояков, по меньшей мере, частично, расположен внутри указанного канала для вторичного газа, причем указанный стояк проходит через указанное отверстие для вторичного газа или соединен с указанным приемником у указанного отверстия для вторичного газа.

Изобретение также относится к способу гранулирования карбамида, осуществляемому в таком грануляторе, причем способ включает в себя подачу плава карбамида в виде гранулирующей жидкости на впускное отверстие для гранулирующей жидкости и через коллектор подачи гранулирующей жидкости, включающий в себя приемник и стояки, подачу газа для псевдоожижения на впускное отверстие для газа для псевдоожижения, и подачу вторичного газа на впускное отверстие для вторичного газа в грануляторе, и вывод гранулята через выпускное отверстие для гранулята, и удержание псевдоожиженного слоя гранул в первом пространстве, и подачу гранулирующей жидкости в первое пространство с помощью форсунки.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 схематично представлен пример гранулятора в соответствии с изобретением.

На фиг. 2 схематично представлен пример гранулятора в соответствии с изобретением; причем на фиг. 2А представлен обзорный вид, а на фиг. 2В представлен увеличенный фрагмент в поперечном сечении.

На фиг. 3 схематично представлен пример гранулятора в соответствии с изобретением.

На фиг. 4 схематично представлен пример гранулятора в соответствии с некоторыми вариантами осуществления изобретения.

На фиг. 5 схематично представлен пример гранулятора в соответствии с изобретением.

На фиг. 6 схематически представлены грануляторы; причем на фиг. 6А представлен гранулятор в соответствии с изобретением, а на фиг. 6В и 6С представлены виды в поперечном сечении.

На фиг. 7 схематично представлен прототип гранулятора не в соответствии с изобретением.

На фиг. 8 представлен изометрический вид примера гранулятора в соответствии с изобретением.

Подробное описание

Гранулятор изобретения имеет особую конфигурацию пространств, применяемых для подачи газа для псевдооживления и для подачи вторичного газа в гранулятор, и имеет особую конфигурацию коллектора подачи гранулирующей жидкости. Такая конфигурация позволяет, например, облегчить очистку гранулятора. Дополнительные преимущества изобретения обсуждаются ниже в подробном описании.

Одно отличие гранулятора в соответствии с изобретением заключается в том, что он содержит коллектор подачи гранулирующей жидкости, который частично расположен в третьем пространстве с впускным отверстием для вторичного газа. Это обеспечивает преимущество, заключающееся в том, что относительно большой объем относительно горячего вторичного газа в третьем пространстве нагревает гранулирующую жидкость в указанной части коллектора подачи гранулирующей жидкости.

В предпочтительном варианте осуществления приемник гранулирующей жидкости расположен в третьем пространстве, а в камере третьего пространства предусматривают впускное отверстие для гранулирующей жидкости. В этом предпочтительном варианте осуществления приемник, полностью расположен внутри третьего пространства. Преимуществом является то, что гранулирующая жидкость в приемнике приходит в косвенный теплообменный контакт с относительно горячим вторичным газом в третьем пространстве, благодаря чему потери тепла уменьшаются.

Пример гранулятора с псевдооживленным слоем (1) представлен на фиг. 1, 2 и 3. В приведенном ниже общем описании ссылочные позиции на элементы, показанные на чертежах, приведены исключительно для удобства; эти ссылочные позиции не ограничивают изобретение или формулу изобретения.

Изобретение относится к гранулятору (1) с псевдооживленным слоем для гранулирования карбамида или карбамидсодержащих жидкостей. Гранулятор содержит камеру (2) гранулятора. Камера (2) гранулятора содержит нижнюю стенку (3), верхнюю стенку (4), впускное отверстие (5) для газа для псевдооживления, впускное отверстие (6) для вторичного газа, выпускное отверстие (7) для твердых частиц продукта, выпускное отверстие (8) для отходящего газа и необязательно впускное отверстие (9) для затравочных частиц. Камера (2) гранулятора содержит множество отделений (А, В) для гранулирования, которые расположены последовательно по длине гранулятора. Гранулятор (1) дополнительно содержит впускное отверстие (10) для гранулирующей жидкости и коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости. Коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости содержит приемник (12) гранулирующей жидкости и множество стояков (13). Приемник (12) гранулирующей жидкости соединен с впускным отверстием (10) для гранулирующей жидкости и с множеством указанных стояков (13). Камера (2) гранулятора дополнительно содержит пластину (14) для псевдооживления и разделительную пластину (15) в, по меньшей мере, указанных отделениях (А, В) для гранулирования. Разделительная пластина (15) находится на некотором расстоянии от пластины (14) для псевдооживления в вертикальном направлении и размещена ниже пластины (14) для псевдооживления. Разделительная пластина (15) расположена между указанной нижней стенкой (3) и указанной пластиной (14) для псевдооживления.

Камера (2) гранулятора дополнительно содержит первое пространство (21) между указанной верхней стенкой (4) и указанной пластиной 14 для псевдооживления, второе пространство (22) между указанной пластиной (14) для псевдооживления и указанной разделительной пластиной (15) и третье пространство (23) между указанной разделительной пластиной (15) и указанной нижней стенкой (3). Каждое из указанных первого, второго и третьего пространств имеет камеру. Гранулятор выполнен с возможностью удержания псевдооживленного слоя частиц в процессе эксплуатации в указанном первом пространстве (21). Камера указанного первого пространства (21) содержит указанное выпускное отверстие (7) для твердых частиц продукта, указанное выпускное отверстие (8) для отходящего газа и необязательно указанное впускное отверстие (9) для затравочных частиц. Камера указанного второго пространства (22) содержит указанное впускное отверстие (5) для газа для псевдооживления. Пластина (14) для псевдооживления содержит отверстия (16) для прохождения указанного газа для псевдооживления из указанного второго пространства (22) в указанное первое пространство (21). Камера указанного третьего пространства (23) содержит указанное впускное отверстие (6) для вторичного газа.

Гранулятор дополнительно содержит в указанных отделениях (А, В) гранулятора множество форсунок (17) для подачи указанной гранулирующей жидкости в указанное первое пространство (21). По меньшей мере одна из указанных форсунок (17) содержит впускное отверстие (18) форсунки для указанного вторичного газа и впускное отверстие (19) форсунки для указанной гранулирующей жидкости. Гранулятор содержит канал (20) для вторичного газа, который проходит от отверстия (25) для вторичного газа в указанной разделительной пластине (15) через указанное второе пространство (22) к указанному впускному отверстию (18) форсунки для вторичного газа. Коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости частично обеспечивают в указанном третьем пространстве (23) и частично в указанном втором пространстве (22). По меньшей мере один из указанных стояков (13), по меньшей мере, частично, обеспечивают внутри указанного канала (20) для вторичного газа. Указанный стояк (13) проходит через указанное отверстие (25) для вторичного газа или соединен с указанным приемником (12) у указанного отверстия (25) для вторичного газа.

В частности, гранулятор подходит для гранулирования карбамида или карбамидсодержащих жидкостей.

Камера (2) гранулятора часто имеет коробчатую форму и может также иметь, например, овальную форму, если смотреть сверху. Камера, как правило, имеет прямоугольную форму, например имеет длину по горизонтали больше (например, по меньшей мере в 2 раза больше) ширины в перпендикулярном направлении по горизонтали. Камера (2) гранулятора содержит нижнюю стенку (3), верхнюю стенку (4) и боковые стенки. Нижняя стенка представляет собой, например, металлическую пластину или бетонное перекрытие. Камера (2) гранулятора содержит первое пространство (21). Камера гранулятора содержит множество отделений (А, В) для гранулирования. Отделения для гранулирования расположены последовательно в направлении длины гранулятора и, как правило, обеспечены в указанном первом пространстве (21).

Камера (2) гранулятора, в частности первое пространство (21), дополнительно предпочтительно содержит по меньшей мере одно отделение (С) для охлаждения, расположенное ниже по потоку от указанных отделений для гранулирования. Отделения отделены друг от друга разделителем, таким как дефлектор (26), при этом разделитель представляет собой, например, пластину, присоединенную к боковой стенке, а первое пространство, например, включает в себя отверстия, расположенные между разделителями и пластиной (14) для псевдоожижения и между разделителями и верхней стенкой, для обеспечения перемещения частиц. Применение множества расположенных последовательно отделений, разделенных такими разделителями, обеспечивает более контролируемую продолжительность нахождения частиц в грануляторе. В процессе эксплуатации частицы в псевдоожиженном слое перемещаются из расположенного выше по потоку отделения в расположенные ниже по потоку отделения и, по существу, к выпускному отверстию (7) для гранулята, через которое выводят сформированные частицы. Слишком мелкие гранулы необязательно используют повторно, например, в качестве затравок; слишком крупные гранулы в материале гранулята необязательно измельчают (как правило, за пределами гранулятора), а измельченные гранулы, например, используют повторно. В некоторых вариантах осуществления слишком мелкие гранулы и/или (измельченные) слишком крупные гранулы повторно не используют.

Гранулятор (1) дополнительно содержит впускное отверстие (10) для гранулирующей жидкости и коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости. На установке по производству карбамида впускное отверстие предназначено, например, для плава карбамида, содержащего, например, по меньшей мере 90 мас.%, или по меньшей мере 95 мас.%, или по меньшей мере 98 мас.% карбамида; и, как правило, содержащего гранулирующую добавку, такую как формальдегид. Расплав может также содержать биурет. Гранулирующая жидкость может, например, также содержать смесь карбамида, необязательно биурета и добавки, или, по существу, состоять из нее (например, по меньшей мере на 90 мас.%), причем добавка представляет собой, например, соль аммония. Гранулирующая жидкость обычно содержит менее 5 мас.% или менее 2 мас.% воды.

Способ гранулирования, осуществляемый в грануляторе, например, основан на испарении воды и/или охлаждении гранулирующей жидкости для обеспечения затвердевания гранулирующей жидкости и роста частиц. Например, охлаждение обеспечивают с помощью газа для псевдоожижения и/или вторичного газа. В примере осуществления способа гранулирования гранулирующая жидкость, предпочтительно плав карбамида, затвердевает в грануляторе, и, в частности, на гранулах. В примерах осуществления, в которых форсунки представляют собой пленкообразующие распылительные форсунки, гранулирование может включать в себя послойный рост гранул.

Впускное отверстие для гранулирующей жидкости, например, соединяют с (выпускным отверстием секции) секцией испарения установки по производству карбамида, например со стадией или стадиями вакуумного испарения.

Гранулятор, в частности пространство для гранулирования, содержит выпускное отверстие (8) для отходящего газа (как правило, в верхней стенке или вблизи верхней части и/или, как правило, на конце, расположенном внизу по потоку в направлении по длине), выпускное отверстие (7) для твердых частиц продукта и необязательно впускное отверстие (9) для затравочных частиц. Выпускное отверстие (7) для гранулята и необязательное впускное отверстие (9) для затравки обычно находятся на противоположных концах камеры (2) гранулятора, причем концы находятся напротив друг друга по направлению длины гранулятора. Выпускное отверстие (7) для гранулята обеспечено, например, в указанном отделении (С) для охлаждения.

Камера (2) гранулятора дополнительно содержит впускное отверстие (5) для газа для псевдоожижения и отдельное впускное отверстие (6) для вторичного газа. Таким образом, газ для псевдоожижения (например, воздух) и вторичный газ (например, воздух) могут иметь различные температуры, скорости потока, композиции и/или давление в процессе эксплуатации.

Камера (2) гранулятора дополнительно содержит пластину (14) для псевдоожижения. Пластина для псевдоожижения формирует дно отделений (А, В) для гранулирования и необязательного отделения (С) для охлаждения. Пластина (14) для псевдоожижения содержит отверстия (16) для пропускания газа для псевдоожижения в первое пространство (21), в частности в отделения (А, В) для гранулирования и в необязательное отделение (С) для охлаждения. Таким образом, гранулятор выполнен с возможностью

удержания псевдоожиженного слоя частиц в процессе эксплуатации в указанном первом пространстве (21). Камера первого пространства (21) содержит выпускное отверстие (7) для твердых частиц продукта (т.е. гранул), выпускное отверстие (8) для отходящего газа (для отходящего газа, соответствующего газу для псевдоожижения и вторичному газу) и необязательно впускное отверстие (9) для затравочных частиц, в настоящем документе камеру первого пространства, например, обеспечивают боковыми стенками и/или верхними стенками отделений (А, В) для гранулирования и необязательным отделением (С) для охлаждения и пластиной (14) для псевдоожижения. Первое пространство (21) расположено между верхней стенкой (4) и пластиной (14) для псевдоожижения соответственно. Пластина (14) для псевдоожижения, например, расположена в виде горизонтальной пластины и необязательно слегка наклонена (например, под углом до 10 или до 2°), в частности в направлении по длине.

Разделительная пластина (15) часто располагается в виде горизонтальной пластины, но может также быть слегка наклонена (например, под углом до 10 или до 2°), в частности в направлении по длине, например, так, чтобы самая высокая часть пластины располагалась ближе к выпускному отверстию (8) для газа, чем самая низкая часть пластины. Это может быть использовано для упрощения очистки, например, от нерастворимого биурета, который можно смывать к нижней стороне пластины и легко удалять. Пластину (14) для псевдоожижения и разделительную пластину (15) часто располагают в виде параллельных пластин, но они могут также быть слегка наклонены друг к другу, например под углом до 10 или до 5°. Если разделительная пластина наклонена, для оптимизации потока газа пластину для псевдоожижения предпочтительно также наклонять так, чтобы она была параллельна наклонной разделительной пластине.

Гранулятор содержит в отделениях (А, В) гранулятора множество форсунок (17) для подачи гранулирующей жидкости в первое пространство (21). Форсунки представляют собой, например, распылительные форсунки для формирования пленки или распылительные форсунки, при этом в грануляторе изобретения можно также применять другие типы форсунок. В некоторых вариантах осуществления отделения гранулятора содержат множество сливных каналов для подачи гранулирующей жидкости в первое пространство, например, через форсунки (17). Предпочтительно форсунки проходят через отверстие в пластине для псевдоожижения. Предпочтительно каждая форсунка имеет выпускное отверстие форсунки для гранулирующей жидкости, которая выступает из пластины для псевдоожижения в первое пространство. Форсунки обычно обеспечивают через определенные интервалы в направлении по длине, причем эти интервалы определяются механизмом послойного роста. В некоторых вариантах осуществления форсунки устанавливают на пластине для псевдоожижения внутри первого пространства. Однако каждая форсунка предпочтительно проходит через отверстие в пластине для псевдоожижения, а размер каждой форсунки, например, не превышает ширины отверстия, по меньшей мере, на распыляющем конце форсунки. Преимущественно в некоторых вариантах осуществления пластину для псевдоожижения можно легко извлекать (например, для очистки) путем перемещения пластины вверх, и форсунки не блокируют такое перемещение. В пластине для псевдоожижения есть, например, одно отверстие для каждой форсунки.

По меньшей мере одна форсунка (17), предпочтительно множество форсунок (например, более 10 или более 30 форсунок) или даже все форсунки содержат впускное отверстие (18) форсунки для вторичного газа и дополнительно содержат отдельное впускное отверстие (19) форсунки для гранулирующей жидкости. Впускное отверстие (18) форсунки для вторичного газа соединено с впускным отверстием камеры (6) гранулятора для вторичного газа. Впускное отверстие (19) форсунки для гранулирующей жидкости соединено с впускным отверстием (10) для гранулирующей жидкости гранулятора через коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости.

В грануляторе с псевдоожиженным слоем изобретения коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости содержит приемник (12) гранулирующей жидкости и множество стояков (13), причем приемник (12) гранулирующей жидкости соединен со впускным отверстием (10) для гранулирующей жидкости гранулятора и с множеством стояков (13).

Кроме того, камера (2) гранулятора содержит разделительную пластину (15) в, по меньшей мере, указанных отделениях (А, В) для гранулирования. Разделительная пластина (15) находится на некотором расстоянии от пластины (14) для псевдоожижения в вертикальном направлении и размещена ниже пластины (14) для псевдоожижения в камере гранулятора. Таким образом, разделительная пластина (15) расположена между нижней стенкой (3) и пластиной (14) для псевдоожижения. В некоторых вариантах осуществления разделительная пластина (15) отсутствует в отделении (С) для охлаждения (см., например, фиг. 3).

Камера (2) гранулятора в дополнение к первому пространству (21) соответственно содержит второе пространство (22) между пластиной (14) для псевдоожижения и разделительной пластиной (15) и третье пространство (23) между разделительной пластиной (15) и нижней стенкой (3). Каждое из первого, второго и третьего пространства имеет камеру (образованную указанной парой пластин и/или стенкой и боковыми стенками гранулятора).

Камера второго пространства (22) содержит впускное отверстие (5) для газа для псевдоожижения, например, в боковой стенке, и если гранулятор имеет коробчатую форму, например, в длинной боковой

стенке, параллельной направлению по длине. Камера третьего пространства (23) содержит впускное отверстие (6) для вторичного газа, например, в боковой стенке, и если гранулятор имеет коробчатую форму, например, в длинной боковой стенке, параллельной направлению по длине, как показано на фиг. 8, на которой показаны боковые стенки (27).

Гранулятор содержит канал (20) для вторичного газа, который проходит от отверстия (25) для вторичного газа в разделительной пластине (15) через второе пространство (22) к впускному отверстию (18) форсунки для вторичного газа. Таким образом, в процессе эксплуатации вторичный газ поступает в камеру гранулятора к впускному отверстию (6), проходит через третье пространство (23), через отверстие (25) для вторичного газа и через канал (20) для вторичного газа, соединенный с указанным отверстием (25), и поступает на впускное отверстие (18) форсунки (17). Канал (20) для вторичного газа предпочтительно расположен в виде прямой вертикальной трубы, соединяющей отверстие (25) для вторичного газа и впускное отверстие (18) форсунки, которые расположены на одной и той же вертикальной линии, например на прямой линии, проходящей под углом от 85 до 95° или под углом 90°, перпендикулярно горизонтальной плоскости или под таким углом к разделительной пластине (15), т.е. под углом к вертикали в этом диапазоне для по меньшей мере одного направления в горизонтальной плоскости.

Кроме того, в процессе эксплуатации газ для псевдоожижения поступает в камеру гранулятора на впускное отверстие (5) для газа для псевдоожижения, проходит через второе пространство (22), а затем через одно из множества отверстий (16) в пластине для псевдоожижения в первое пространство (21).

В грануляторе изобретения коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости частично обеспечивает в третьем пространстве (23), т.е. под разделительной пластиной (15). Эта первая часть содержит впускное отверстие (10) для гранулирующей жидкости или принимает гранулирующую жидкость от впускного отверстия (10) для гранулирующей жидкости и находится, в частности, перед стояками (13) (для гранулирующей жидкости). Другая вторая часть коллектора (11) подачи гранулирующей жидкости обеспечивается стояками (13), причем стояки (13), по меньшей мере, частично, обеспечены во втором пространстве (22).

Чтобы охватить вертикальное расстояние между частью коллектора (11) подачи гранулирующей жидкости под разделительной пластиной (15) и впускным отверстием (19) форсунки, внутри канала (20) для вторичного газа, по меньшей мере, частично, обеспечен по меньшей мере один из указанных стояков (13) (для гранулирующей жидкости). Стояк (13) проходит через отверстие (25) для вторичного газа канала (20) для вторичного газа, в менее предпочтительном варианте осуществления стояк соединен с приемником (12) у этого отверстия (25) для вторичного газа. Стояк (13) расположен на одном конце (верхнем конце), соединенном с впускным отверстием (19) форсунки. Отверстие (25) для вторичного газа предпочтительно представляет собой нижнее отверстие канала (20) для вторичного газа, или канал (20) представляет собой, например, трубу, проходящую через отверстие (25) и имеющую нижний конец в третьем пространстве (23) и под разделительной пластиной (15).

Таким образом, гранулирующая жидкость поступает на впускное отверстие (10) для гранулирующей жидкости в коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости, протекает через приемник (12) и перемещается вверх по стояку (13), поступая на впускное отверстие (19) форсунки. Стояк (13) представляет собой, например, трубу, причем во время эксплуатации внутри нее находится гранулирующая жидкость, а снаружи - вторичный газ, поскольку стояк, по меньшей мере, частично, обеспечен внутри канала (20) для вторичного газа. Например, стояк (13) и канал (20) для вторичного газа представляют собой концентрические трубы. Трубы стояка предпочтительно имеют, по меньшей мере, такую же длину, как трубы для вторичного газа, а в некоторых вариантах осуществления они даже длиннее.

Трубы стояков предпочтительно перекрывают, по меньшей мере, расстояние по вертикали между разделительной пластиной и пластиной для псевдоожижения. Каждая труба стояка предпочтительно соединена только с одной форсункой. Коллектор подачи гранулирующей жидкости предпочтительно содержит ряд расщепителей (например, трубных соединений) для разбиения гранулирующей жидкости на потоки, поступающие в отдельные форсунки, и/или для отделения первого потока гранулирующей жидкости, поступающего только в одну форсунку от второго потока гранулирующей жидкости, поступающего в множество форсунок. Примером такого расщепителя является соединение между приемником и отдельным стояком, например, как показано на фиг. 1. По меньшей мере, некоторые из этих расщепителей, предпочтительно каждый из этих расщепителей, располагаются под разделительной пластиной. Трубы или трубопроводы для гранулирующей жидкости, расположенные во втором пространстве, предпочтительно состоят из труб или трубопроводов для потоков гранулирующей жидкости, поступающих только в одну форсунку. В некоторых вариантах осуществления эти соединения или расщепители для потоков гранулирующей жидкости, поступающих в отдельные форсунки, расположены непосредственно под впускным отверстием для гранулирующей жидкости в конкретной форсунке, т.е. под впускным отверстием форсунки, и соответствующие расщепители (например, трубные соединения) отличаются друг от друга только положением в вертикальном направлении, а не в направлении длины и/или ширины.

Конфигурация коллектора подачи гранулирующей жидкости и второго и третьего пространств преимущественно обеспечивает более простую конструкцию, чем известные приемники для гранулирующей жидкости грануляторов. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления коллектор подачи гранули-

рующей жидкости может быть преимущественно полностью обеспечен в камере гранулятора или корпусе гранулятора. Это обеспечивает более простую конструкцию и меньшую массу гранулятора. Количество выступов стенок (впускных отверстий, выпускных отверстий и труб) можно уменьшать и тем самым уменьшать ослабление стенок гранулятора и исключать или, по меньшей мере, уменьшать потребность в структурах, повышающих прочность стенок.

Конфигурация имеет особенное преимущество при очистке гранулятора. Для очистки гранулятора из первого пространства (21) обычно удаляют первые большие куски (твердые частицы). После этого первое пространство (21) дополнительно очищают водой (или другим растворителем) для растворения всех оставшихся твердых веществ (например, карбамида). В результате во второе пространство (22) поступают загрязненная вода и частицы карбамида (или других твердых частиц) через отверстия (16) в пластине (14) для псевдооживления. В конфигурации настоящего изобретения второе пространство (22) гораздо больше по размеру и/или гораздо доступнее для очистки по сравнению, например, с грануляторами предшествующего уровня техники, указанными выше в настоящем документе. В частности, стояки (13) легко обеспечиваются внутри канала (20) для вторичного газа. Таким образом, в некоторых вариантах осуществления второе пространство (22) преимущественно не содержит никаких компонентов оборудования, кроме каналов (20) для вторичного газа, поскольку эти компоненты оборудования (при наличии) могли бы препятствовать очистке нижней части второго пространства (т.е. разделительной пластины (15)) или блокировать доступ к ней. В отличие от этого, в известных грануляторах карбамида в пространстве для газа для псевдооживления часто обеспечивают приемник для карбамида, а также, как правило, сборник подачи вторичного газа; эти приемники создают помехи при очистке.

Дополнительное преимущество заключается в том, что, поскольку коллектор подачи гранулирующей жидкости, по меньшей мере, частично, обеспечен в пространстве, содержащем в процессе эксплуатации вторичный газ (третье пространство), причем вторичный газ является горячим, для поддержания температуры гранулирующей жидкости выше температуры отверждения перед форсунками необходим менее толстый слой теплоизоляции; его толщина может быть еще меньше, поскольку в процессе эксплуатации стояки экранируют горячим вторичным газом.

Кроме того, меньшая разветвленность коллектора подачи обеспечивает большее удобство при обматывании теплоизоляцией коллектора, и, в частности, стояков. В частности, в некоторых привлекательных вариантах осуществления коллектор подачи карбамида полностью встроен в пространство для вторичного газа. Преимущество заключается в сохранении расплавленного состояния плава карбамида при более высокой температуре в течение всего перемещения к форсункам.

Преимуществом является то, что конфигурация гранулирования изобретения обеспечивает общее падение давления в системе перед форсунками для гранулирующей жидкости и/или вторичного газа значительно меньше, чем падение давления в распылительных форсунках, например обеспечивает общее падение давления в каналах для гранулирующей жидкости и/или для вторичного газа, которое меньше на по меньшей мере 90% или даже на по меньшей мере 95%. Такая локализация падения давления главным образом в форсунках преимущественно способствует более равномерному распределению подаваемого вторичного газа (например, воздуха) и/или гранулирующей жидкости, например карбамидсодержащего плава.

Конфигурация настоящего изобретения позволяет легко осуществлять очистку, например, ручную после извлечения пластины для псевдооживления. Конфигурация также позволяет использовать (полу)автоматическую систему очистки, например, путем распыления отмывочной жидкости, такой как вода, во второе пространство. Ожидается, что внутри канала для вторичного газа не будут образовываться отложения карбамида, поскольку канал не присоединен ко второму пространству, но при необходимости промывка каналов возможна.

В настоящем изобретении газ для псевдооживления и вторичный газ подают отдельно, например при разных температурах, разных скоростях потока и/или разных давлениях, и они оба являются, например, воздухом. В некоторых вариантах осуществления изобретения газ для псевдооживления имеет температуру ниже 70°C, например от 5 до 50°C, а вторичный газ имеет температуру, например выше 100°C, например от 140 до 150°C. Вторичный газ, например, имеет температуру на по меньшей мере 20°C или на по меньшей мере 50°C выше, чем температура газа для псевдооживления. Это обеспечивает преимущество, заключающееся в предотвращении затвердевания гранулирующей жидкости, например плава карбамида, протекающей в коллекторе (11) подачи гранулирующей жидкости, в частности в стояках (13).

В предпочтительном варианте осуществления канал для вторичного газа - это первая труба, а стояк или часть стояка, обеспеченная в канале для вторичного газа, - это вторая труба, причем первая труба окружает вторую трубу в поперечном сечении труб в горизонтальной плоскости в по меньшей мере одном положении по вертикали, а предпочтительно во всех положениях по вертикали стояка или части стояка, которая обеспечена в канале для вторичного газа. Трубы могут иметь любую форму в поперечном сечении в горизонтальной плоскости, например круглую, многоугольную (в частности, форму простых многоугольников, таких как квадрат, пятиугольник и шестиугольник) или другие формы.

В примере осуществления канал для вторичного газа и стояк (или часть стояка, которая обеспечена в канале для вторичного газа) обеспечены в виде концентрических труб. Поперечные сечения в горизон-

тальной плоскости первой и второй труб необязательно имеют один и тот же центр в по меньшей мере одном положении по вертикали. Канал для вторичного газа предпочтительно представляет собой наружную трубу, а стояк (или часть стояка) представляет собой внутреннюю трубу, диаметр которой меньше диаметра наружной трубы. Наружная труба предпочтительно полностью окружает внутреннюю трубу в поперечном сечении в горизонтальной плоскости на, по меньшей мере, части длины одной из труб. Пример таких труб показан на фиг. 1.

В предпочтительном варианте осуществления гранулятор содержит по меньшей мере один разделитель (26), разделяющий первое пространство на зоны так, что эти зоны образуют отделения (А, В) для гранулирования. Второе пространство разделено или не разделено между отделениями для гранулирования, предпочтительно, чтобы второе пространство было разделено на отделения разделительными стенками так, чтобы каждое отделение имело впускное отверстие для газа для псевдоожижения. Третье пространство (для вторичного газа) разделено или не разделено между указанными отделениями для гранулирования. Предпочтительно, чтобы третье пространство было разделено на отделения разделительными стенками так, чтобы каждое отделение имело впускное отверстие для газа для псевдоожижения. Необязательное четвертое пространство (для гранулирующей жидкости) разделено или не разделено между указанными отделениями. Предпочтительно, чтобы необязательное четвертое пространство было разделено на отделения разделительными стенками так, чтобы каждое отделение содержало одно или более впускных отверстий для гранулирующей жидкости. Указанные разделительные стенки предпочтительно соответствуют разделителям первого пространства так, что отделение для гранулирования имеет соответствующее отделение второго пространства, и третьего пространства, и необязательно также четвертого пространства.

На фиг. 1 схематично показан вид сбоку примера гранулятора в соответствии с изобретением. На рисунках L обозначает длину, Н обозначает высоту, а W обозначает ширину. На фиг. 1 форсунки (17) показаны только в отделении (А) гранулятора, причем, как правило, они также обеспечены в отделении (В). Две форсунки (17А, 17В) расположены на некотором расстоянии друг от друга в направлении по длине. Каждая форсунка фактически соответствует множеству форсунок. В предпочтительных вариантах осуществления форсунки расположены рядами по ширине гранулятора, причем ряды отстоят друг от друга в направлении по длине. Коллектор (12) проходит в направлении по длине в третьем пространстве (23) (как показано) и, например, включает в себя ответвления в поперечном направлении для каждого ряда форсунок, причем ответвления имеют возвышения для каждой отдельной форсунки. В альтернативных вариантах осуществления настоящего изобретения форсунки расположены в виде множества рядов в направлении по длине, причем ряды расположены на некотором расстоянии друг от друга в направлении по ширине, а приемник содержит множество ответвлений, причем каждое ответвление проходит в направлении по длине и присоединено к форсункам одного такого ряда с помощью стояков, при этом сами ответвления расположены на некотором расстоянии друг от друга в направлении по ширине. В еще других вариантах осуществления в камере третьего пространства (23) обеспечено множество отверстий (10) для гранулирующей жидкости, отстоящих друг от друга в направлении по длине, а приемник содержит множество ответвлений, проходящих в направлении по ширине.

На фиг. 1 приведен пример предпочтительного варианта осуществления, причем приемник (12) отстоит вертикально от разделительной пластины (15) в вертикальном направлении, а стояк (13) проходит через отверстие (25) для вторичного газа в третье пространство (23). Преимуществом является то, что относительно горячий вторичный газ (6) окружает весь приемник (12) таким образом, что предотвращается охлаждение гранулирующей жидкости (например, плава карбамида) в приемнике. Как показано на фиг. 1, приемник (12) также предпочтительно отстоит от разделительной пластины (15) вертикально. Кроме того, стенка стояка (13) находится на некотором расстоянии от стенки каналов (20) для вторичного газа. Таким образом, вторичный газ (6), находящийся в каналах (20) для вторичного газа и предпочтительно полностью окружающий стояки (13), может преимущественно уменьшать охлаждение гранулирующей жидкости в стояке. Поскольку используют множество стояков (13), стенки стояков, через которые осуществляют теплообмен, имеют большую площадь относительно приемника (12).

Преимущество такой конструкции приемника (12) заключается в предотвращении охлаждения гранулирующей жидкости в стволе (а также в приемнике и в стояках) более холодным газом для псевдоожижения. Впускное отверстие (5) для газа для псевдоожижения и впускное отверстие (6) для вторичного газа показаны небольшими и показаны в передней стенке (стенке, которая параллельна ширине), но, по существу, каждое из них может независимо представлять собой большое отверстие, в частности, в боковой стенке (которая параллельна длине), и, в частности, боковая стенка каждого отделения для гранулирования может быть обеспечена таким впускным отверстием для газа для псевдоожижения и/или вторичного газа, причем необязательное отделение для охлаждения может, например, иметь впускное отверстие для газа для псевдоожижения в боковой стенке.

На фиг. 2 схематично показан пример гранулятора. На фиг. 2А поток газа для псевдоожижения схематически показан пунктирной линией, идущей от впускного отверстия (5) для газа для псевдоожижения, а затем проходящей через первое пространство (21) вокруг отверстий (25) для вторичного газа и через отверстия (16) в пластине (14) для псевдоожижения в первое пространство (21), в частности в отде-

ления (А, В) гранулятора. Гранулирующая жидкость протекает через впускное отверстие для гранулирующей жидкости (10), а затем проходит через коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости, в том числе через приемник (12) (который включает в себя ответвления в направлении по ширине), а затем через стояки (13) к впускному отверстию (19) форсунки. Поток вторичного газа также схематически показан пунктирной линией, идущей от впускного отверстия (6) для вторичного газа, а затем проходящей через третье пространство (23) и через отверстие (25) для вторичного газа, через каналы (20) для вторичного газа к впускному отверстию (19) форсунки для гранулирующей жидкости. Приемник (12) расположен в верхней части третьего пространства (23) непосредственно под разделительной пластиной (15), но вторичный газ может протекать в обход приемника в каналы (20) для вторичного газа.

На фиг. 2А представлен пример предпочтительного признака того, что приемник (12) гранулирующей жидкости обеспечен в третьем пространстве (23) (в частности, что приемник расположен полностью внутри третьего пространства), а камера третьего пространства содержит впускное отверстие (10) для гранулирующей жидкости. Этот предпочтительный признак также показан на фиг. 1.

На фиг. 2А представлен пример вариантов осуществления, причем приемник (12) располагается вплотную к разделительной пластине (15), и при этом стояк (13) соединен с приемником (12) у отверстия (25) для вторичного газа. В данном варианте осуществления приемник (12) находится вблизи разделительной пластины (15), что не является предпочтительным, поскольку газ для псевдоожижения часто холоднее вторичного газа. В частности, предпочтительно, чтобы приемник (12) и разделительная пластина (15) отстояли друг от друга на некотором расстоянии в вертикальном положении (как показано на фиг. 1).

На фиг. 2В представлен увеличенный вид перпендикулярно длине части гранулятора, показанного на фиг. 2А, на котором показано, как стояки соединены с приемником у отверстия для вторичного газа.

На фиг. 3 схематически показан пример предпочтительного признака того, что гранулятор содержит одно или более необязательных отделений (С) для охлаждения. В этом отделении для охлаждения пластина (14) для псевдоожижения представляет собой, например, горизонтальную пластину, но предпочтительно наклонена вниз по направлению к выпускному отверстию (7) для гранулята, показанному в виде пластины (14А). Пластина (14), например, имеет изгиб (расположена под углом) вниз к выпускному отверстию (7), как показано на альтернативной конфигурации (14В) пластины. Газ для псевдоожижения подают в отделение (С) для охлаждения, в частности в его первое пространство (21), через отверстия (16) в пластине (14). Наклон пластины (14) для псевдоожижения обеспечивает преимущество, заключающееся в увеличении высоты слоя, при этом увеличивается также объем слоя и преимущественно возрастает продолжительность нахождения.

Кроме того, как показано на фиг. 3, гранулирующую жидкость подают через четвертое пространство (24), которое является необязательным признаком, независимым от отделения (С) для охлаждения. Это четвертое пространство (24) обеспечено необязательной второй разделительной пластиной (24А), в которой имеются отверстия для нижнего конца стояка (13) или через которую проходят стояки. Четвертое пространство (24) обеспечивает простой вариант реализации приемника (12) и распределение жидкости по стоякам. Однако при большей продолжительности нахождения жидкого карбамида в четвертом пространстве (24) может образовываться больше биурета, что нежелательно.

Соответственно, на фиг. 3 представлен пример осуществления, причем разделительная пластина (15) между вторым пространством и третьим пространством представляет собой первую разделительную пластину, и при этом гранулятор дополнительно содержит вторую разделительную пластину (24А) между первой разделительной пластиной (15) и нижней стенкой (3). Таким образом, третье пространство обеспечивают между первой разделительной пластиной и необязательной второй разделительной пластиной (24А), а четвертое пространство (24) обеспечивают между второй разделительной пластиной (24А) и нижней стенкой. Четвертое пространство имеет камеру, и эта камера содержит впускное отверстие (10) для гранулирующей жидкости. Вторая разделительная пластина (24А) содержит отверстия (24В), через которые проходят стояки (13). Таким образом, четвертое пространство соединено отверстиями (24В) с впускным отверстием (19) форсунки для гранулирующей жидкости и, соответственно, четвертое пространство обеспечивает приемник (12) гранулирующей жидкости.

На фиг. 3 также показан пример независимого предпочтительного признака, заключающегося в том, что гранулятор дополнительно содержит одно или более отделений для охлаждения. На фиг. 3 отделение для охлаждения расположено ниже по потоку от отделений для гранулирования и содержит впускное отверстие для гранулята. Пластина для псевдоожижения из отделений для гранулирования представляет собой первую пластину для псевдоожижения, а отделение для охлаждения содержит верхнюю стенку и вторую пластину для псевдоожижения. Верхняя стенка и пластина для псевдоожижения образуют между собой первое пространство для охлаждения. Гранулятор выполнен с возможностью удержания псевдоожиженного слоя частиц в указанном первом пространстве для охлаждения во время эксплуатации. При этом вторая пластина для псевдоожижения обеспечена множеством отверстий и, таким образом, обеспечивает прохождение газа для псевдоожижения из второго пространства (22) в первое пространство для охлаждения. По меньшей мере, часть второй пластины для псевдоожижения находится ниже указанной первой пластины для псевдоожижения, например вторая пластина для псевдоожижения

содержит нисходящий уклон и/или нисходящие изгибы. Предпочтительно не располагать разделительную пластину (15) под второй пластиной для псевдооживления, в результате чего обеспечивают пространство для такого уклона или изгиба.

На фиг. 4 схематично показан пример осуществления, причем приемник (12) расположен ниже нижней стенки (3), и при этом каждый стояк (13) проходит через отверстие (3А) в нижней стенке (3). Следовательно, стояки (13) имеют нижнее отверстие в отверстиях (3А) или проходят через эти отверстия (3А). Это обеспечивает простую конструкцию. Однако теплоизоляция приемника (12) может быть тоньше, чем показано на фиг. 1, 2 и 3.

Соответственно, на фиг. 4 показан пример осуществления, причем приемник (12) гранулирующей жидкости обеспечен за пределами камеры (2) гранулятора, и при этом стояки (13) проходят (вертикально) через отверстия (25) для вторичного газа через третье пространство (23) и через отверстия (3А) для стояков (13) в камере третьего пространства. Отверстия (3А), как правило, обеспечены в камере (2) гранулятора. Отверстия (3А) предпочтительно обеспечены в нижней стенке (3). Такая конструкция преимущественно обеспечивает хороший доступ к третьему пространству и доступ к приемнику.

На фиг. 5 схематично показан пример варианта осуществления, причем первое отделение (А) гранулятора содержит первый коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости для первой гранулирующей жидкости, а второе отделение (В) гранулятора содержит второй коллектор (11А) подачи гранулирующей жидкости, отличный от первого, который можно использовать для распыления второй гранулирующей жидкости с другой композицией. Первая гранулирующая жидкость представляет собой, например, карбамид (содержащий, например, менее 1,0 мас.% аммониевых солей или менее 0,10 мас.% аммониевых солей). Второй коллектор (11А) подачи гранулирующей жидкости имеет специальное впускное отверстие для гранулирующей жидкости, например, со смесительным модулем (10А) для смешивания плава карбамида (U) или гранулирующей жидкости другого типа со вторым потоком. Второй поток содержит, например, одно или более выбранных из группы, состоящей из солей аммония, добавок, микроэлементов, сульфатов, фосфатов и нитратов. Второй поток представляет собой, например, карбамидо-сульфатную смесь (UAS), содержащую, например, 10-50 мас.% сульфата аммония. Вторая гранулирующая жидкость представляет собой, например, плав смеси карбамида с солями аммония, такой как карбамид-нитрат аммония или карбамид-сульфат аммония (содержащий, например, по меньшей мере 10 мас.% соли аммония), причем предпочтительно первая жидкость представляет собой, например, плав карбамида.

В принципе, любое отделение для гранулирования может быть обеспечено таким смесительным модулем. Предпочтительно коллекторы подачи гранулирующей жидкости, более предпочтительно смесительные модули или, по меньшей мере, некоторые из них имеют дозирующий модуль, такой как управляющий клапан, для точного регулирования скорости потока добавки. В особенно предпочтительном варианте осуществления гранулятор содержит по меньшей мере два отделения - расположенное выше по потоку первое отделение и расположенное ниже по потоку от него (для частиц) второе отделение, имеющее отдельные коллекторы подачи, а коллектор подачи первого отделения содержит смесительный модуль. Таким образом можно обеспечивать, например, большую концентрацию какого-либо компонента, такого как добавка (например, соль аммония), в жидкости, распыляемой в первом отделении, по сравнению с жидкостью, распыляемой форсунками во втором отделении. Таким образом, в наружных слоях гранул может быть большая концентрация мочевины. Такое распределение может обеспечивать большую критическую относительную влажность образованных гранул.

На фиг. 5 представлен пример осуществления, причем гранулятор содержит множество коллекторов гранулирующей жидкости, при этом каждый из них имеет впускное отверстие для гранулирующей жидкости. Каждый коллектор содержит приемник и стояки. В по меньшей мере двух отделениях для гранулирования предпочтительно есть отдельные коллекторы гранулирующей жидкости. Гранулятор предпочтительно содержит по меньшей мере два коллектора, которые не соединены с одним и тем же отделением гранулятора или не обеспечены в нем. В предпочтительном варианте осуществления гранулятор содержит первое и второе отделения для гранулирования, причем первое отделение для гранулирования содержит указанный первый коллектор гранулирующей жидкости и не содержит указанного второго коллектора гранулирующей жидкости, и при этом второе отделение для гранулирования содержит указанный второй коллектор гранулирующей жидкости и не содержит указанного первого коллектора гранулирующей жидкости. Каждый коллектор предпочтительно соединен с отдельным отделением для гранулирования. Каждое отделение для гранулирования предпочтительно соединено с отдельным распределителем. Например, гранулятор содержит коллектор гранулирующей жидкости, предназначенный для одного отделения для гранулирования, и форсунки этого отделения не соединены с другим коллектором гранулирующей жидкости. Преимуществом является то, что различные коллекторы гранулирующей жидкости могут использовать одно и то же третье пространство (23) для подачи вторичного газа и могут использовать один и тот же вторичный газ. Таким образом получают простую конструкцию системы для подачи вторичного газа даже при использовании различных гранулирующих жидкостей. Однако третье пространство (23) может также преимущественно быть разделено на отделения, причем каждое отделение имеет отдельное впускное отверстие для вторичного газа.

Гранулятор предпочтительно содержит линию подачи гранулирующей жидкости, соединенную с по меньшей мере одним, но не всеми из предпочтительного множества коллекторов гранулирующей жидкости, и смеситель подачи добавки, соединенный с линией подачи гранулирующей жидкости для примешивания добавки к гранулирующей жидкости в линии подачи.

На фиг. 6 схематично показан вид сверху (в направлении длины L и ширины W) примера гранулятора в соответствии с изобретением (фиг. 6A) и вид спереди в направлении высоты H и в направлении ширины W первого варианта осуществления (фиг. 6B) и второго варианта осуществления (фиг. 6C). В предпочтительном варианте осуществления изобретения приемник (12) включает в себя, например, ствол и ответвления, которые обеспечены внутри камеры (2). Ствол проходит в направлении по длине и в середине гранулятора в направлении по ширине. Пример показан на фиг. 6A. Ответвления проходят в направлении по ширине с противоположных сторон от ствола, необязательно с обеих сторон над стволом (фиг. 6C). Таким образом, преимуществом является то, что достигается короткая продолжительность нахождения гранулирующей жидкости (благодаря короткому среднему потоку для гранулирующей жидкости между впускным отверстием (10) и стояком (13) и, следовательно, к впускным отверстиям (19) форсунок. Короткая продолжительность нахождения и короткий средний поток являются особенно преимущественными в плане предотвращения или уменьшения образования биурета в случае, если гранулирующая жидкость представляет собой карбамид. Образование биурета быстро протекает в горячих концентрированных карбамидных растворах при высокой температуре. В частности, расположение приемника под разделительной пластиной (15) позволяет обеспечить преимущественную конфигурацию, показанную на фиг. 6A.

На фиг. 7 показан прототип гранулятора, не соответствующий изобретению, причем для подачи вторичного газа из впускного отверстия (31) используют охватывающий лоток (32). Независимым признаком является то, ствол приемника выходит за пределы камеры (2) гранулятора с одной стороны гранулятора в направлении по длине, при этом ствол обеспечен ответвлениями, проходящими в направлении ширины с одной стороны. Ответвления проходят, например, в пространстве внутри камеры гранулятора непосредственно под пластиной для псевдоожижения. Эти ответвления обеспечены стояками. На фиг. 7 ответвления с охватывающими лотками (32), например, расположены непосредственно под пластиной для псевдоожижения. Если прототип гранулятора, показанный на фиг. 7, модифицировать путем замены охватывающего лотка (32) каналами для вторичного газа в соответствии с изобретением, как в варианте осуществления гранулятора изобретения, показанном на измененной фиг. 7, получится менее предпочтительный вариант по сравнению с вариантом осуществления, показанным на фиг. 6A, поскольку средняя длина потока для гранулирующей жидкости на фиг. 6A короче.

На фиг. 8 представлен изометрический вид примера гранулятора в соответствии с изобретением. Показаны боковые стенки (27); в представленном примере одна боковая стенка включает в себя зазор для впускного отверстия (5) для газа для псевдоожижения, а также зазор для впускного отверстия (6) для вторичного газа. Приемник (12) расположен внутри третьего пространства (23) аналогично тому, как показано на фиг. 1.

В предпочтительном варианте осуществления (пример которого показан на фиг. 8) приемник (12) соединен с каналом для подачи отмывочной текучей среды (такой как вода и/или пар). Например, приемник, в частности впускное отверстие (10) для гранулирующей жидкости, соединен с линией (28) подачи отмывочной текучей среды, причем линия подачи предпочтительно соединена с каналом для подачи через клапан. Канал для подачи представляет собой, например, впускное отверстие (29) для пара. Приемник предпочтительно также имеет впускное отверстие, соединенное (предпочтительно через клапан, и, например, через линию (28) подачи отмывочной текучей среды) с каналом подачи осушающего газа, который предпочтительно предназначен для осушения воздуха, например с каналом (30) подачи газа. Канал (30) для подачи газа, например, в свою очередь, соединен с выпускным отверстием для вторичного газа (например, вторичного воздуха) второго пространства (22). В альтернативном варианте осуществления канал (30) для подачи газа может быть подсоединен к любому источнику газа, например к воздуховоду для вторичного газа (6) или к какому-либо другому воздуховоду для газа для псевдоожижения от впускного отверстия (5) или к какому-либо другому воздуховоду для газа для псевдоожижения. Соединения, например, независимо обеспечены трехходовым клапаном или, например, содержат тройник с клапанами. Таким образом, гранулятор можно переключать между первой конфигурацией, в которой приемник (12) принимает только гранулирующую жидкость, второй конфигурацией, в которой приемник (12) принимает только отмывочную текучую среду (например, пар), и третьей конфигурацией, в которой приемник (12) принимает только вторичный газ из впускного отверстия (6). Таким образом, коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости, включающий в себя приемник (12) и стояк (13), можно сначала промывать отмывочной текучей средой (например, водой и/или паром), а затем высушивать осушающим газом (например, вторичным газом) для, таким образом, коллектора (11) подачи гранулирующей жидкости. В некоторых вариантах осуществления канал (30) для подачи газа и линия (28) подачи отмывочной текучей среды, например, имеют отдельные соединения с приемником.

Изобретение также относится к установке по производству карбамида, содержащей гранулятор с псевдоожиженным слоем, как описано в настоящем документе. Установка по производству карбамида

дополнительно содержит, например, секцию синтеза карбамида высокого давления, работающую под давлением по меньшей мере 100 бар (например, 110-160 бар), секцию регенерации, включающую секцию регенерации низкого давления (например, 1-10 бар) и необязательно секцию регенерации среднего давления (работающую при давлении, например, 15-60 бар), расположенную между секцией синтеза и секцией регенерации низкого давления, и секцию испарения, расположенную ниже по потоку относительно секции регенерации, которая предназначена для испарения воды из карбамидного раствора с получением плава карбамида. Коллектор подачи гранулирующей жидкости гранулятора соединен с выпускным отверстием для плава карбамида в секции испарения. Секция синтеза высокого давления содержит, например, реактор высокого давления, стриппер высокого давления (например, в котором применяют CO_2 в качестве отдувочного газа или в котором применяют термическую отгонку) и конденсатор карбамата высокого давления, например, расположенный в изобарическом контуре. Стриппер имеет выпускное отверстие в секцию регенерации. Реакция образования карбамида основана на реакции NH_3 и CO_2 при высоком давлении с получением карбамата аммония и его дегидратации до карбамида и воды. Секция испарения содержит, например, одну или более последовательных ступеней (вакуумного) испарения и работает, например, под давлением ниже 1 бар абс. В секции(-ях) регенерации карбамидный раствор, например, подвергают нагреву для разложения карбамата аммония и удаления аммиака из карбамидного раствора и таким образом очищают карбамидный раствор. После конденсации удаленные газообразные аммиак и CO_2 возвращают в секцию синтеза.

Изобретение также относится к способу гранулирования, предпочтительно карбамида, осуществляемому в описанном грануляторе и более предпочтительно в описанной установке по производству карбамида. Способ включает, например, подачу гранулирующей жидкости, например, как описано выше, предпочтительно плава карбамида, на впускное отверстие (10) для гранулирующей жидкости и через коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости, включающий в себя приемник (12) и стояки (13), подачу газа для псевдоожижения на впускное отверстие (5) для газа для псевдоожижения и подачу вторичного газа на впускное отверстие (6) для вторичного газа гранулятора и извлечение гранулята из выпускного отверстия (7) для гранулята, при этом предпочтительно должны быть использованы газы, описанные в данном документе. Способ, как правило, дополнительно включает в себя удержание в первом пространстве (21) псевдоожиженного слоя гранул и подачу гранулирующей жидкости в первое пространство с помощью форсунок (17). Форсунки представляют собой, например, распылительные форсунки, в которых используют вторичный газ для обеспечения распыления гранулирующей жидкости. В дополнительном варианте осуществления форсунки представляют собой, например, пленочные форсунки, обеспечивающие образование пленки гранулирующей жидкости из первого выпускного отверстия форсунки, при этом вторичный газ пропускают через отдельное выпускное отверстие (например, кольцевое), окружающее первое выпускное отверстие, для проведения частиц псевдоожиженного слоя через указанную пленку.

Номера позиций, используемые в настоящем описании и пунктах формулы изобретения, предназначены только для целей иллюстрации и облегчения понимания чертежей. Эти номера позиций не ограничивают формулу изобретения и изобретение. Специалисту в данной области должно быть понятно, что в конструкции, показанной на фиг. 1, 2, 4, 5, 6 и 8, также может быть использовано отделение для охлаждения, необязательно включающее в себя наклонную пластину для псевдоожижения и/или наклонную разделительную пластину. В, по меньшей мере, конструкции, показанной на фиг. 1, 2, 3, 4, 6 и 8, также возможно применение двух или более коллекторов гранулирующей жидкости и смесительного модуля. В по меньшей мере конструкции, показанной на фиг. 1, 2, 3, 5 и 6, также может быть использована конструкция боковой стенки, показанная на фиг. 8.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Гранулятор (1) с псевдоожиженным слоем для гранулирования карбамида или карбамидсодержащих жидкостей, содержащий камеру (2) гранулятора, причем камера (2) гранулятора содержит: нижнюю стенку (3), верхнюю стенку (4), впускное отверстие (5) для газа для псевдоожижения, впускное отверстие (6) для вторичного газа, выпускное отверстие (7) для твердых частиц продукта и выпускное отверстие (8) для отходящего газа,

при этом камера (2) гранулятора содержит множество отделений (А, В) для гранулирования, расположенных последовательно в направлении по длине гранулятора,

причем гранулятор (1) дополнительно содержит впускное отверстие (10) для гранулирующей жидкости и коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости, при этом коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости содержит приемник (12) гранулирующей жидкости и множество стояков (13), причем приемник (12) гранулирующей жидкости соединен с указанным впускным отверстием (10) для гранулирующей жидкости и со множеством указанных стояков (13),

при этом камера (2) гранулятора дополнительно содержит пластину (14) для псевдоожижения и разделительную пластину (15), по меньшей мере, в указанных отделениях (А, В) для гранулирования, причем разделительная пластина (15) отстоит от пластины (14) для псевдоожижения в вертикальном на-

правлении и размещена ниже пластины (14) для псевдоожижения, при этом разделительная пластина (15) расположена между указанной нижней стенкой (3) и указанной пластиной (14) для псевдоожижения,

причем указанная камера (2) гранулятора содержит первое пространство (21) между указанной верхней стенкой (4) и указанной пластиной (14) для псевдоожижения, второе пространство (22) между указанной пластиной (14) для псевдоожижения и указанной разделительной пластиной (15) и третье пространство (23) между указанной разделительной пластиной (15) и указанной нижней стенкой (3), при этом каждое из указанных первого, второго и третьего пространств имеет камеру,

причем указанный гранулятор выполнен с возможностью удержания псевдоожиженного слоя частиц в процессе эксплуатации в указанном первом пространстве (21), и при этом камера указанного первого пространства (21) содержит указанное выпускное отверстие (7) для твердых частиц продукта и указанное выпускное отверстие (8) для отходящего газа,

причем камера указанного второго пространства (22) содержит указанное впускное отверстие (5) для газа для псевдоожижения, и при этом пластина (14) для псевдоожижения содержит отверстия (16) для прохождения указанного газа для псевдоожижения из указанного второго пространства (22) в указанное первое пространство (21),

причем указанная камера указанного третьего пространства (23) содержит указанное впускное отверстие (6) для вторичного газа,

при этом гранулятор содержит множество форсунок (17) в указанных отделениях (А, В) гранулятора для подачи указанной гранулирующей жидкости в указанное первое пространство (21),

причем по меньшей мере одна из указанных форсунок (17) содержит впускное отверстие (18) форсунки для указанного вторичного газа и впускное отверстие (19) форсунки для указанной гранулирующей жидкости, при этом указанный гранулятор содержит канал (20) для вторичного газа, который проходит от отверстия (25) для вторичного газа в указанной разделительной пластине (15) через указанное второе пространство (22) к указанному впускному отверстию (18) форсунки для вторичного газа,

причем указанный коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости частично расположен в указанном третьем пространстве (23) и частично в указанном втором пространстве (22), и при этом по меньшей мере один из указанных стояков (13) расположен, по меньшей мере, частично, внутри указанного канала (20) для вторичного газа, причем указанный стояк (13) проходит через указанное отверстие (25) для вторичного газа или соединен с указанным приемником (12) у указанного отверстия (25) для вторичного газа.

2. Гранулятор по п.1, в котором указанный канал для вторичного газа представляет собой первую трубу, а указанный стояк или часть указанного стояка, расположенный в указанном канале для вторичного газа, представляет собой вторую трубу, причем указанная первая труба окружает указанную вторую трубу в поперечном сечении в горизонтальной плоскости в по меньшей мере одном положении по вертикали.

3. Гранулятор по п.1 или 2, в котором указанный приемник гранулирующей жидкости расположен в указанном третьем пространстве, а указанная камера указанного третьего пространства содержит указанное впускное отверстие для гранулирующей жидкости.

4. Гранулятор по п.3, в котором указанный приемник гранулирующей жидкости отстоит от указанной разделительной пластины в вертикальном направлении, и при этом указанный стояк проходит через указанное отверстие для вторичного газа в указанной разделительной пластине.

5. Гранулятор по п.3 или 4, в котором указанный приемник гранулирующей жидкости содержит ствол и ответвления, причем указанный ствол проходит в направлении по длине гранулятора, при этом указанные ответвления проходят в направлении по ширине гранулятора наружу от указанного ствола с противоположных сторон от указанного ствола, причем указанные стороны расположены напротив друг друга в направлении по ширине так, что указанный ствол располагается, по существу, в центре указанного третьего пространства в направлении по ширине, и при этом каждое из указанных ответвлений соединено с множеством указанных стояков.

6. Гранулятор по п.1 или 2, в котором указанная разделительная пластина между указанным вторым и третьим пространством представляет собой первую разделительную пластину, причем указанный гранулятор дополнительно содержит вторую разделительную пластину (24А) между указанной первой разделительной пластиной и указанной нижней стенкой, при этом указанное третье пространство обеспечено между указанной первой и второй разделительной пластиной, причем между указанной второй разделительной пластиной и указанной нижней стенкой обеспечено четвертое пространство (24), при этом указанное четвертое пространство имеет камеру, причем указанная камера указанного четвертого пространства содержит указанное впускное отверстие (10) для гранулирующей жидкости, при этом указанная вторая разделительная пластина содержит отверстие (24В), через которое проходит один из указанных стояков (13) и соединяет таким образом указанное четвертое пространство с указанным впускным отверстием (19) форсунки для гранулирующей жидкости так, что указанное четвертое пространство создает указанный приемник (12) гранулирующей жидкости.

7. Гранулятор по любому из пп.1-6, в котором стояк (13) и каналы (20) для вторичного газа представляют собой концентрические трубы.

8. Гранулятор по любому из пп.1-7, дополнительно содержащий одно или более отделений для охлаждения, расположенных ниже по потоку относительно указанных отделений для гранулирования, причем указанная пластина для псевдоожижения указанных отделений для гранулирования представляет собой первую пластину для псевдоожижения, при этом по меньшей мере одно указанное отделение для охлаждения содержит верхнюю стенку и вторую пластину для псевдоожижения, причем указанная верхняя стенка и указанная вторая пластина для псевдоожижения образуют между собой первое пространство для охлаждения, при этом гранулятор выполнен с возможностью удержания псевдоожиженного слоя частиц в указанном первом пространстве для охлаждения во время эксплуатации и при этом указанная вторая пластина для псевдоожижения, по меньшей мере, частично, находится ниже указанной первой пластины для псевдоожижения.

9. Гранулятор по п.8, в котором указанная вторая пластина псевдоожижения имеет наклон вниз в продольном направлении.

10. Гранулятор по любому из пп.1-9, содержащий первый и второй коллекторы гранулирующей жидкости, причем каждый коллектор имеет впускное отверстие для гранулирующей жидкости, и при этом каждый из них содержит приемник и стояки, причем первое отделение для гранулирования содержит указанный первый коллектор гранулирующей жидкости и не содержит указанного второго коллектора гранулирующей жидкости, и при этом второе отделение для гранулирования содержит указанный второй коллектор гранулирующей жидкости и не содержит указанного первого коллектора гранулирующей жидкости.

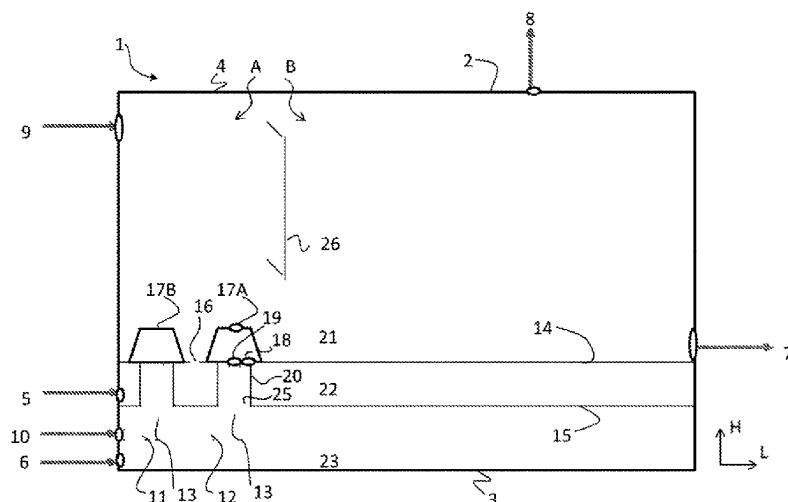
11. Гранулятор по п.10, дополнительно содержащий линию подачи гранулирующей жидкости, соединенную с по меньшей мере одним, но не всеми из указанных коллекторов гранулирующей жидкости, и смеситель подачи добавки, соединенный с указанной линией подачи гранулирующей жидкости, для примешивания добавки к гранулирующей жидкости в указанной линии подачи.

12. Гранулятор по любому из пп.1-11, в котором указанный приемник (12) имеет впускное отверстие, соединенное с каналом для подачи очищающей текучей среды, и впускное отверстие, соединенное с каналом для подачи газа, соединенным с выпускным отверстием второго пространства (22).

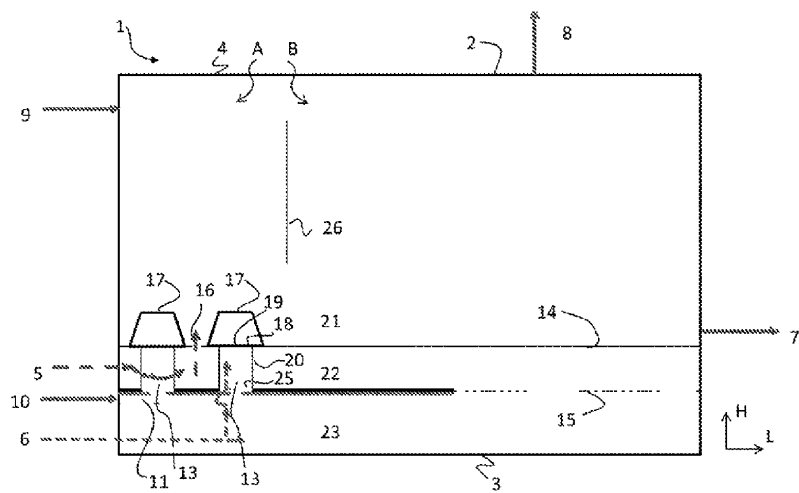
13. Гранулятор по любому из пп.1-12, содержащий по меньшей мере один разделитель (26), разделяющий указанное первое пространство на зоны, причем указанные зоны образуют указанные отделения (А, В) для гранулирования.

14. Гранулятор по любому из пп.1-13, в котором камера указанного первого пространства (21) содержит впускное отверстие (9) для затравочных частиц.

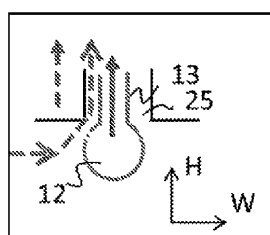
15. Способ гранулирования карбамида, осуществляемый в грануляторе по любому из пп.1-14, включающий подачу плава карбамида в виде гранулирующей жидкости на впускное отверстие (10) для гранулирующей жидкости и через коллектор (11) подачи гранулирующей жидкости, включающий в себя приемник (12) и стояки (13), подачу газа для псевдоожижения на впускное отверстие (5) для газа для псевдоожижения и подачу вторичного газа на впускное отверстие (6) для вторичного газа гранулятора, а также отвод гранулята из выпускного отверстия (7) для гранулята, и удержание псевдоожиженного слоя гранул в первом пространстве (21), и подачу гранулирующей жидкости в первое пространство с помощью форсунки (17).



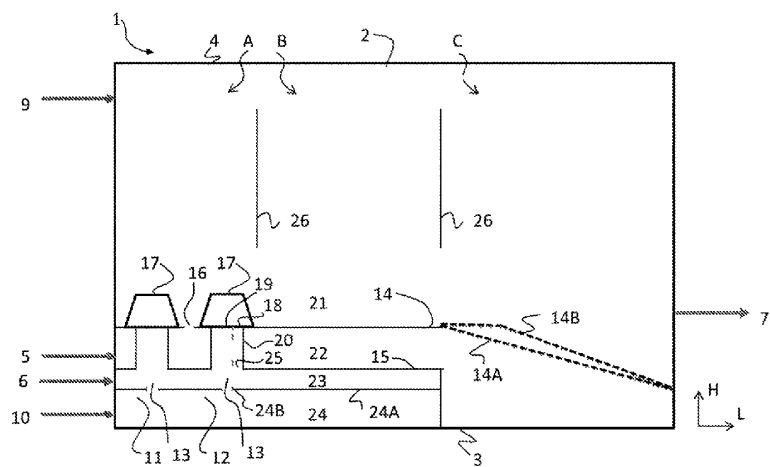
Фиг. 1



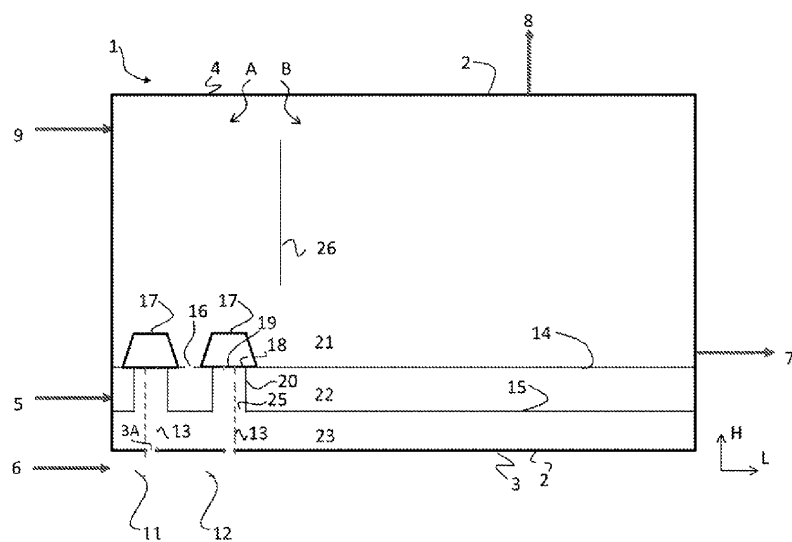
Фиг. 2А



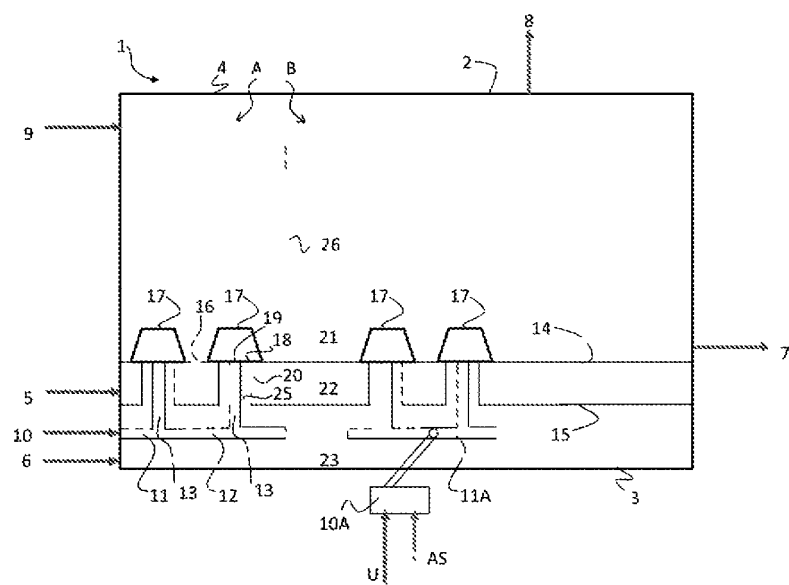
Фиг. 2В



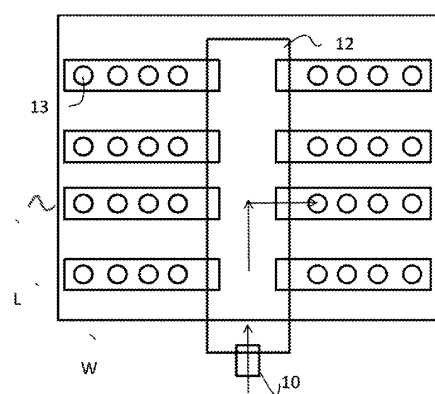
Фиг. 3



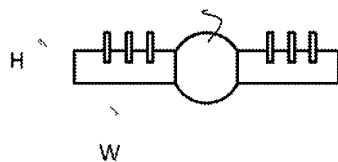
ФИГ. 4



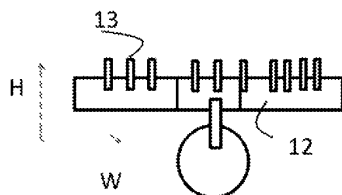
ФИГ. 5



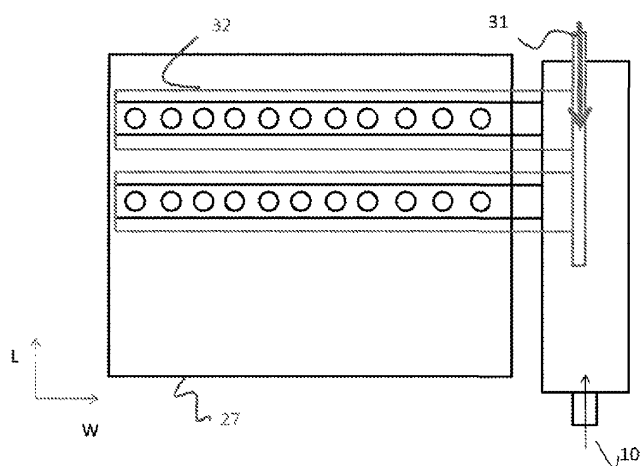
ФИГ. 6А



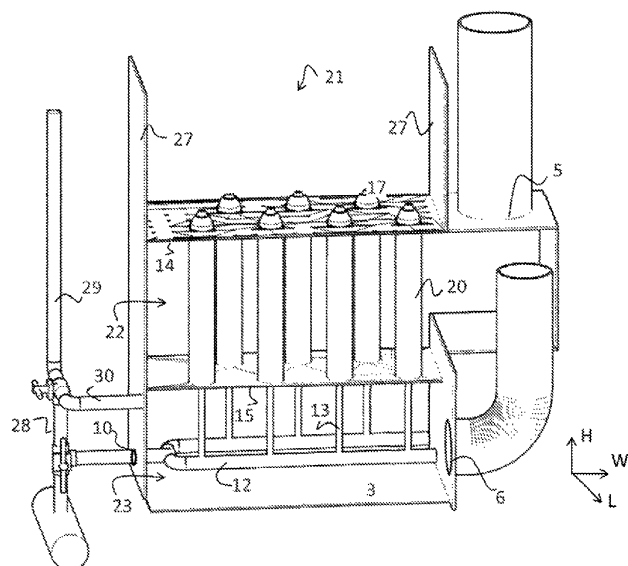
Фиг. 6В



Фиг. 6С



Фиг. 7



Фиг. 8

