

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202193218 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2022.03.11

(22) Дата подачи заявки
2020.05.22

(51) Int. Cl. B01D 47/05 (2006.01)
B01D 47/06 (2006.01)
B01D 47/10 (2006.01)
B01D 47/12 (2006.01)
C07C 273/16 (2006.01)

(54) ОБРАБОТКА ОТХОДЯЩЕГО ГАЗА ПОСЛЕ ДОВОДКИ КАРБАМИДА

(31) 19175907.5

(32) 2019.05.22

(33) EP

(86) PCT/NL2020/050326

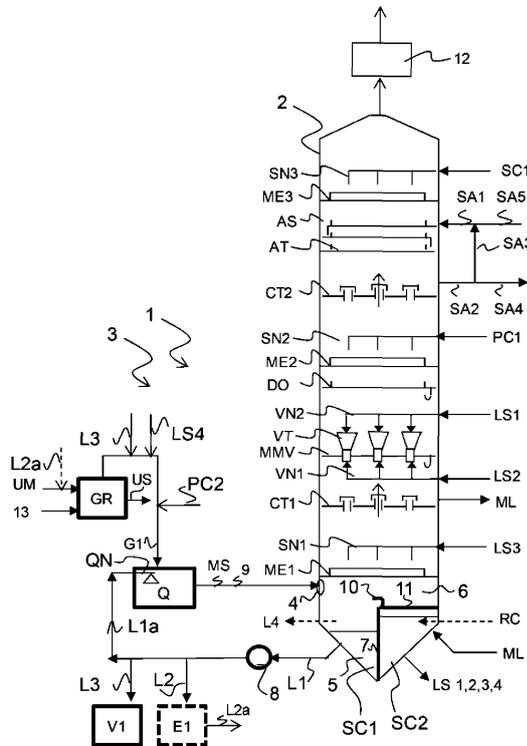
(87) WO 2020/235999 2020.11.26

(71) Заявитель:
СТАМИКАРБОН Б.В. (NL)

(72) Изобретатель:
Пучи Джузи Элиза, Диркс Вилфрид
Марк Ренат (NL)

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

(57) Описан способ доводки карбамида, включающий обработку отходящего газа, причем способ включает доводку карбамида и подачу отходящего газа в зону гашения и в скрубберную колонну, содержащую отстойник и ступень Вентури, при этом отстойник имеет конфигурацию разделенного отстойника с двумя отсеками.



202193218 A1

202193218 A1

ОБРАБОТКА ОТХОДЯЩЕГО ГАЗА ПОСЛЕ ДОВОДКИ КАРБАМИДА

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способу доводки карбамида, включающему обработку отходящего газа, причем способ включает отверждение плава карбамида и обработку отходящего газа. Изобретение также относится к системе обработки газа для обработки потока газа. Изобретение дополнительно относится к доводочной секции карбамида, установке по производству карбамида и способу производства карбамида.

Уровень техники

Изобретение относится к обработке отходящего газа, поступающего из доводочной секции карбамида. В доводочной секции карбамида плавы карбамида отверждают в твердый карбамидный продукт с помощью потока воздуха. Примеры типов доводочных секций включают башни приллирования и блоки гранулирования. В процессе доводки, как правило, образуется воздушный поток, содержащий пыль карбамида и аммиак, называемый отходящим газом. Объемы отходящего газа обычно очень велики, причем отходящий газ, как правило, является достаточно сухим и горячим (например, выше 80°C или выше 100°C). Допустимые пределы выбросов часто являются строгими, например, менее 20 мг/Нм³ пыли карбамида, менее 10 мг/Нм³ или даже менее 5 мг/Нм³ пыли карбамида. Плав карбамида, отверждаемый в доводочной секции, содержит карбамид, как правило, в количестве по меньшей мере 80 мас.% карбамида и, как правило, содержит менее 10 мас.% воды, например менее 5 мас.% воды. Плав карбамида может содержать дополнительные компоненты, такие как биурет и, например, соли аммония, например, сульфат аммония. Содержание солей аммония обычно составляет менее 5 мас.% в расчете на массу плава. Твердый карбамидный продукт, как правило, содержит по меньшей мере 90 мас.% карбамида или по меньшей мере 97 мас.% карбамида и обычно дополнительно содержит биурет и необязательно другие твердые компоненты, такие как соли аммония.

При приллировании карбамида плавы карбамида подают в верхнюю часть башни приллирования и распределяют в виде капель. Капли плава карбамида затвердевают по мере их падения путем охлаждения большим количеством движущегося вверх воздуха. Приллы карбамида извлекают из нижней части. Свежий охлаждающий воздух поступает в нижнюю часть башни приллирования. Отходящий газ, содержащий карбамид и аммиак, выходит из башни приллирования рядом с верхней частью. Например, ориентировочный расход воздуха для башни приллирования карбамида составляет 500000 Нм³/ч. Расход отходящего газа в более крупных башнях приллирования может, например, составлять 900000 Нм³/ч при производительности 75–100 метрических тонн карбамида в час.

В случае если доводочная секция карбамида представляет собой блок гранулирования, то блок гранулирования, например, имеет псевдооживленный или фонтанирующий слой. В процессе гранулирования используют, например, воздух для псевдооживления и вторичный воздух.

Отходящий газ из башни приллирования карбамида может иметь максимальный размер частиц от 0,1 мкм до 1 мкм (в виде аэродинамического распределения частиц), например при этом частицы размером <10 мкм обеспечивают суммарную массу около 70 мг/Нм³. Таким образом, содержание частиц размером <10 мкм составляет, например, около 50 мас.% от общего количества твердых частиц. Отходящий газ, образующийся при гранулировании карбамида, может, например, содержать около 25 мг/Нм³ частиц размером <10 мкм. Эти частицы представляют собой пыль карбамида. Чтобы обеспечить соответствие существующим и будущим нормативам по выбросам, крайне важным является удаление существенного количества субмикронных (< 1,0 мкм) частиц, например, пыли карбамида. Скрубберы Вентури можно использовать, например, для удаления пыли карбамида, включая субмикронные частицы, и/или для исключения уноса жидкости.

В US 2016/184758 описана установка по производству карбамида, содержащая доводочную секцию и секцию очистки от пыли для обработки отходящего газа из доводочной секции. Секция очистки от пыли содержит секцию гашения и секцию скруббера Вентури.

В US 2016/303502 описана система улавливания частиц, содержащая первую зону гашения с резервуаром, заполненным концентрированным раствором, соединительный канал, вторую зону гашения с резервуаром, заполненным разбавленным раствором, участок Вентури, туманоотделитель и влажный электростатический осадитель. В первой зоне гашения горячие газы охлаждаются путем испарения гасящей жидкости на водной основе. Растворенные твердые частицы собирают в воде и концентрируют в резервуаре первой зоны гашения. При выходе из зоны гашения и поступлении в резервуар скруббера газы вновь подвергаются гашению разбавленной гасящей жидкостью на водной основе. В разделительной камере выпадают тяжелые капли, которые собирают в резервуаре, заполненном разбавленным раствором. Газы подают вверх через тарелку (или тарелки) кондиционирования, затем через множество трубок Вентури и затем пропускают через необязательный туманоотделитель. Наконец, также в соответствии с US 2016/03502, газы протекают через влажный электростатический осадитель для удаления большей части оставшихся субмикронных твердых частиц перед выходом из скруббера.

В WO 2017/196167 описана секция обработки потока газа для отходящего газа

доводки карбамида, содержащая первую колонну со впуском, распылительными форсунками и резервуаром для жидкости. Распыляемую жидкость с уловленными и растворенными частицами собирают в резервуаре, который находится под распылительными форсунками. Система дополнительно содержит горизонтальный эжектор Вентури с форсункой и содержит вторую вертикальную колонну, снабженную резервуаром для рециркулирующего карбамидного раствора, используемого в качестве очищающей жидкости в форсунках эжектора Вентури.

Целью настоящего изобретения является создание системы и способа обработки газа для обработки отходящего газа доводки карбамида с эффективным конструктивным исполнением и стабильным водным балансом с использованием зоны гашения и ступени Вентури.

Раскрытие изобретения

Соответственно, в первом аспекте изобретение относится к способу доводки карбамида, включающему обработку отходящего газа, причем данный способ включает:

а) подачу плава карбамида и воздуха в доводочную секцию и отверждение плава карбамида с получением твердого карбамидного продукта и отходящего газа, при этом отходящий газ содержит пыль карбамида и аммиак,

б) подачу указанного отходящего газа в зону гашения и гашение отходящего газа путем распыления гасящей жидкости с получением смешанного потока, содержащего гасящую жидкость и гашеный отходящий газ, причем гасящая жидкость содержит растворенный карбамид,

с) подачу указанного смешанного потока, содержащего гасящую жидкость и гашеный отходящий газ, в скрубберную колонну через впуск,

д) пропускание указанного гашеного отходящего газа через первый туманоотделитель в указанной скрубберной колонне и затем через трубку Вентури, содержащуюся в ступени Вентури, с получением очищенного потока газа, при этом первый туманоотделитель промывают первой промывочной жидкостью, и при этом в указанной ступени Вентури в потоке газа распыляют распыляемую жидкость (обедненный раствор),

причем указанная скрубберная колонна содержит отстойник под указанным первым туманоотделителем,

при этом указанный отстойник содержит первый отсек отстойника и второй отсек отстойника, которые отделены друг от друга стенкой,

причем указанный впуск расположен над указанным первым отсеком отстойника, и при этом по меньшей мере 80 мас.% гасящей жидкости, содержащейся в указанном

смешанном потоке, собирают в указанном первом отсеке отстойника,

причем в первый отсек отстойника поступает указанная первая промывочная жидкость из указанного туманоотделителя;

при этом способ дополнительно включает:

е) рециркуляцию жидкости, которая представляет собой обогащенную жидкость отстойника, из указанного первого отсека отстойника в качестве гасящей жидкости в указанную зону гашения, и

ф) рециркуляцию жидкости, которая представляет собой обедненную жидкость отстойника, из указанного второго отсека отстойника в указанный первый туманоотделитель в качестве указанной первой промывочной жидкости и/или в указанную ступень Вентури в качестве указанной распыляемой жидкости.

В дополнительном аспекте изобретение относится к системе обработки газа для обработки потока газа, содержащей зону гашения и скрубберную колонну, причем скрубберная колонна содержит первый туманоотделитель, ступень Вентури и отстойник, при этом ступень Вентури содержит трубку Вентури и форсунку для первой распыляемой жидкости,

а) причем зона гашения содержит впуск для указанного потока газа, впуск для гасящей жидкости, распылительную форсунку гашения для распыления гасящей жидкости в отходящий газ и выпуск для смешанного потока, содержащего гашеный отходящий газ и гасящую жидкость,

б) при этом скрубберная колонна содержит впуск для указанного смешанного потока, соединенный с указанным выпуском указанной зоны гашения,

с) причем скрубберная колонна выполнена с возможностью прохождения гашеного отходящего газа от указанного впуска через указанный первый туманоотделитель и затем через указанную трубку Вентури,

д) при этом указанная скрубберная колонна дополнительно содержит первую форсунку для подачи промывочной жидкости к указанному первому туманоотделителю,

е) причем указанный отстойник содержит первый отсек отстойника и второй отсек отстойника, которые отделены друг от друга стенкой, при этом впуск для смешанного потока расположен над указанным первым отсеком отстойника таким образом, что гасящая жидкость из указанного смешанного потока поступает в указанный первый отсек отстойника,

ф) причем первый отсек отстойника выполнен с возможностью сбора промывочной жидкости из указанного первого туманоотделителя,

г) при этом первый отсек отстойника имеет выпуск для обогащенной жидкости

отстойника, соединенный с указанным впуском для гасящей жидкости указанной зоны гашения,

h) причем второй отсек отстойника имеет выпуск для обедненной жидкости отстойника, соединенный со впуском первой форсунки указанного первого туманоотделителя (ME1) и/или с указанной форсункой указанной ступени Вентури.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 схематично представлен пример системы обработки газа в соответствии с изобретением.

На фиг. 2 схематически показаны зона гашения и скрубберная колонна примера системы обработки газа в соответствии с изобретением.

Осуществление изобретения

Настоящее изобретение частично основано на разумном осознании того, что проблем в водном балансе, которые могут возникать в зоне гашения из-за захвата карбамида потоком гашеного газа, можно избежать за счет использования конфигурации разделенного отстойника в скрубберной колонне. Отстойник скрубберной колонны имеет по меньшей мере два отсека отстойника. Это позволяет поддерживать две разные концентрации растворенного вещества (карбамида) в двух отсеках отстойника, чтобы обеспечить наличие обогащенной жидкости отстойника и обедненной жидкости отстойника. Обогащенная жидкость отстойника имеет более высокую концентрацию карбамида, чем обедненная жидкость отстойника, например, концентрацию, которая выше по меньшей мере на 10 процентных пунктов или по меньшей мере на 20 процентных пунктов.

Например, концентрация карбамида в обогащенной жидкости отстойника составляет по меньшей мере 30 мас.% или по меньшей мере 40 мас.%, например 40–50 мас.%, а концентрация карбамида в обедненной жидкости отстойника составляет 10 мас.% или менее или 5 мас.% или менее, например, максимум 2 мас.% карбамида, причем значения концентраций указаны по отношению к общему количеству жидкости и измерены в установившемся режиме работы. Предпочтительно данные концентрации поддерживают путем продувки части обогащенной жидкости отстойника из первого отсека отстойника и добавления подпиточной воды к обедненной жидкости отстойника.

Конфигурация разделенного отстойника позволяет осуществлять рециркуляцию обогащенной жидкости отстойника в зону гашения и рециркуляцию или подачу обедненной жидкости отстойника, например, в увлажненный туманоотделитель. Туманоотделитель расположен в скрубберной колонне между впуском скрубберной колонны, соединенным с зоной гашения, и ступенью Вентури скрубберной колонны.

Обедненная жидкость отстойника в отсеке обедненной жидкости отстойника может перетекать в отсек обогащенной жидкости отстойника. Отсек обедненной жидкости отстойника, например, закрыт сверху и в него поступает, например, жидкость по меньшей мере из указанной ступени Вентури и обычно из по меньшей мере некоторых или даже всех ступеней, расположенных над отсеком обедненной жидкости отстойника, кроме первого туманоотделителя.

Горячую жидкость, содержащую растворенный карбамид, подают вместе с гашеным отходящим газом из зоны гашения на впуск скрубберной колонны, а затем собирают в первой части отстойника, в которой содержится обогащенная жидкость отстойника.

Способ включает подачу плава карбамида и воздуха в доводочную секцию и отверждение плава карбамида с получением твердого карбамидного продукта и отходящего газа. Отходящий газ содержит пыль карбамида и аммиак. Воздух используется для охлаждения плава карбамида, чтобы вызвать его отверждение. Стадия отверждения также может быть названа стадией доводки карбамида. Стадию доводки карбамида осуществляют в доводочной секции, например, в грануляторе, в частности грануляторе с псевдооживленным слоем или грануляторе с фонтанирующим слоем, или в башне приллирования. Предпочтительным является гранулятор с псевдооживленным слоем. Таким образом, доводка включает преобразование плава карбамида в твердый карбамидный продукт, такой как приллы или гранулы. Плав карбамида содержит, например, по меньшей мере 50 мас.% карбамида, предпочтительно по меньшей мере 90 мас.% карбамида и/или менее 10 мас.% воды, например менее 3 мас.% воды. Плав карбамида необязательно содержит дополнительные компоненты, такие как соли аммония, которые включены в твердый карбамидный продукт. Твердый продукт, например, содержит соединения, отличные от карбамида, в количестве менее 30 мас.%, или менее 10 мас.%, или менее 2 мас.% твердого продукта в расчете на общее количество соединений, отличных от карбамида. Твердый продукт содержит, например, соли аммония в количестве менее 20 мас.% или менее 10 мас.% общего содержания солей аммония в расчете на твердый продукт. На стадии доводки для охлаждения используют воздух с получением отходящего газа, который содержит пыль карбамида и аммиак. Твердый карбамидный продукт представляет собой, например, карбамид класса удобрений.

Отходящий газ подают на впуск зоны гашения системы обработки отходящего газа, как правило, по трубопроводу. Зона гашения, например, реализована в виде форсунок, расположенных в соединительном канале, соединяющем доводочную секцию со

скрубберной колонной.

В зоне гашения гасящую жидкость распыляют и смешивают с отходящим газом, например, распыляют прямотоком, противотоком или перпендикулярно направлению потока отходящего газа, предпочтительно перпендикулярно потоку отходящего газа. Гасящая жидкость содержит воду. Распыление приводит к охлаждению за счет испарения воды и очистке потока газа, поскольку пыль карбамида растворяется в гасящей жидкости. Распыление также может приводить к конденсации жидкости на пыли карбамида. Фактически, как правило, значительную часть пыли карбамида очищают в зоне гашения, такую как, например, по меньшей мере 30 мас.% или по меньшей мере 50 мас.% общего количества пыли карбамида. Охлаждение посредством гашения выполняют, например, по меньшей мере на 10°C или по меньшей мере на 30°C. Температуру отходящего газа, например, снижают от более чем 80°C до менее 50°C. Охлаждение посредством гашения выгодным образом снижает объем потока газа и способствует достижению уровней водонасыщения отходящего газа при обработке отходящего газа, обеспечивая тем самым рост конденсации на субмикронных частицах пыли карбамида перед скруббером Вентури. Зона гашения может необязательно содержать отстойник, но предпочтительно зона гашения не содержит отстойник. Предпочтительно зона гашения выполнена без возможности разделения газа/жидкости. Зона гашения имеет выпуск для смешанного потока, содержащего как распыленную гасящую жидкость, так и гашеный отходящий газ, причем этот выпуск соединен со впуском скрубберной колонны, как правило, с помощью соединительного канала. Например, если зона гашения представляет собой зону с форсунками в соединительном канале между гранулятором и скрубберной колонной, то эта зона имеет выпуск для смешанного потока.

Способ включает подачу указанного смешанного потока на впуск скрубберной колонны. Предпочтительно по меньшей мере 70 мас.% или по меньшей мере 90 мас.% распыленной гасящей жидкости подают из зоны гашения в скрубберную колонну. Предпочтительно в скрубберную колонну подают по меньшей мере 70 об.% или по меньшей мере 90 об.% гашеного отходящего газа.

Способ дополнительно включает пропускание гашеного отходящего газа в скрубберной колонне через первый туманоотделитель и затем через трубки Вентури, содержащиеся в ступени Вентури. Как правило, газ поступает вверх через скрубберную колонну на различные ступени (туманоотделители, ступень Вентури и необязательную ступень кислотной очистки).

Способ включает промывку первого туманоотделителя с помощью первой жидкости, предпочтительно первой промывочной жидкости, которую подают на первый

туманоотделитель, например, распыляют на туманоотделитель. Первую жидкость, например, распыляют к нижней или верхней части туманоотделителя. Промывочная жидкость представляет собой, например, обедненную жидкость отстойника, подаваемую из второго отсека отстойника.

Трубки Вентури содержат в направлении потока сужающуюся часть, узкую часть (горловину) и расширяющуюся часть. Предпочтительно ступень Вентури содержит множество параллельных трубок Вентури, причем трубки Вентури, например, расположены вертикально с возможностью протекания восходящего потока газа. В ступени Вентури в потоке газа распыляют распыляемую жидкость. Предпочтительно жидкость распыляют прямотоком с потоком газа на впуске трубок Вентури и необязательно жидкость также распыляют противотоком с потоком газа на выпуске трубок Вентури, т.е. ее распыляют в расширяющуюся часть трубок Вентури. Предпочтительно жидкость из ступени Вентури подают в отсек обедненной жидкости отстойника. Предпочтительно распыляемая жидкость представляет собой рециркулируемую обедненную жидкость отстойника из второго отсека отстойника. Ступень Вентури обеспечивает удаление пыли карбамида, в частности субмикронной пыли карбамида, особенно в сочетании с расположенным ниже по потоку туманоотделителем.

Скрубберная колонна содержит отстойник, расположенный под первым туманоотделителем. Во время работы первая промывочная жидкость стекает из туманоотделителя вниз в направлении отстойника скрубберной колонны.

В изобретении отстойник имеет конфигурацию разделенного отстойника. Соответственно, отстойник содержит первый отсек отстойника и второй отсек отстойника, которые разделены по меньшей мере стенкой, содержащейся в скрубберной колонне. Таким образом, отстойник содержит стенку, разделяющую отсеки отстойника. Более конкретно два отсека отстойника полностью отделены друг от друга. В частности, второй отсек отстойника (для обедненного раствора) также имеет крышку в верхней части. В процессе работы обедненный раствор будет перетекать через переток в первый отсек отстойника для обогащенного раствора. Первый и второй отсеки отстойника также могут называться первым отстойником и вторым отстойником.

Стенка проходит в вертикальном направлении (относительно направления действия силы тяжести) и обеспечивает барьер для потока жидкости между двумя отсеками отстойника. Таким образом, скрубберная колонна выполнена с возможностью удержания жидкостей отстойника с различными композициями между первым и вторым отсеками отстойника. В процессе эксплуатации уровень жидкости в первом отсеке также

может отличаться, и предпочтительно быть ниже, чем во втором отсеке отстойника.

Каждый из первого и второго отсеков отстойника расположен под первым туманоотделителем. Первый отсек отстойника имеет по меньшей мере частично открытую верхнюю часть и выполнен с возможностью приема по меньшей мере части, а предпочтительно всей жидкости, стекающей из первого туманоотделителя. Первый отсек отстойника предпочтительно выполнен с возможностью приема по меньшей мере части, а предпочтительно всей первой промывочной жидкости, подаваемой на первый туманоотделитель.

Второй отсек отстойника содержит крышку, которая изолирует верхний конец второго отсека отстойника. Второй отсек отстойника имеет, например, выпуск для жидкости в боковой стенке, соединенный, например, с выпуском скрубберной колонны, например, ступени Вентури. Отстойник содержит переливной порог между вторым и первым отсеками отстойника. Этот порог, например, обеспечен в верхней части стенки между отсеками. Этот порог обеспечивает, например, переток из второго в первый отсек отстойника. Это может позволить разбавлять обогащенную жидкость отстойника в первом отсеке отстойника. Конструкция с двумя отсеками отстойника, один из которых имеет крышку, выгодным образом является очень компактной. Второй отсек отстойника обеспечивает буферный объем для обедненной жидкости отстойника. Объем первого отсека отстойника составляет, например, менее 100%, или менее 50%, или менее 40%, как правило, более 10% объема второго отсека отстойника.

Способ включает рециркуляцию обогащенной жидкости отстойника из указанного первого отсека отстойника в качестве гасящей жидкости в указанную зону гашения. Таким образом, гасящая жидкость, распыляемая в зоне гашения, содержит, по меньшей мере частично, указанную рециркуляционную обогащенную жидкость отстойника. Кроме того, гасящая жидкость может содержать подпиточную воду, такую как технологический конденсат. Гасящая жидкость может также содержать часть обедненной жидкости отстойника, отводимой из второго отсека отстойника.

Предпочтительно способ включает подачу обедненной жидкости отстойника в канал между доводочной секцией (предпочтительно блоком гранулирования) и зоной гашения. Подача такой жидкости позволяет очистить канал так, чтобы удалить отложения пыли (в частности, пыли карбамида из гранулятора) в канале. Такую очистку обычно необходимо выполнять периодически, чтобы предотвратить засорение канала. Обедненная жидкость отстойника предпочтительно непрерывно подается в канал, чтобы выгодным образом также компенсировать потери воды на испарение в системе гашения. Конфигурация изобретения выгодным образом позволяет использовать для такой очистки

обедненную жидкость отстойника. Относительно высокая концентрация воды в обедненной жидкости отстойника выгодным образом позволяет быстрее очищать канал. Это сокращает время простоя гранулятора для очистки.

Часть обогащенной жидкости отстойника продувают. Этот поток продувочной жидкости, например, подают в испаритель, где продувочную жидкость нагревают для выпаривания воды из потока жидкости с получением концентрированного продувочного потока, имеющего, например, концентрацию растворенных веществ, которая по меньшей мере на 50% выше, чем до стадии выпаривания. Испаритель представляет собой, например, специально предназначенный для этой цели испаритель. В некоторых вариантах осуществления указанный испаритель также может представлять собой, например, главную секцию испарения установки по производству карбамида. Эта главная секция испарения содержит, например, ступень вакуумного испарения и принимает, например, карбамидный раствор из установки по производству карбамида, как правило, из секции регенерации установки по производству карбамида. Секция испарения, как правило, имеет выпуск для плава карбамида, соединенный со впуском доводочной секции карбамида. Если поток продувочной жидкости подается в главную секцию испарения, то скрубберная колонна, как правило, не содержит ступень кислотной очистки.

Долю обогащенной жидкости отстойника, которую продувают в данном предпочтительном варианте осуществления, предпочтительно регулируют для обеспечения желаемой концентрации карбамида в обогащенной жидкости отстойника. Часть обогащенной жидкости отстойника, которую не продувают, предпочтительно рециркулируют.

В одном варианте осуществления со специально предназначенным для этой цели испарителем испаритель является отдельным от главной секции испарения и имеет, например, первый выпуск для пара и второй выпуск для концентрированного продувочного потока. Таким образом, второй выпуск предназначен для карбамидсодержащей жидкости. Этот второй выпуск, например, соединен с линией транспортировки плава карбамида, которая, в свою очередь, соединена со впуском для плава карбамида доводочной секции. Таким образом, концентрированный продувочный поток вводят в плава карбамида, который отверждают в доводочной секции. Концентрированный продувочный поток из испарителя представляет собой поток жидкости и может содержать воду (например, в количестве менее 30 мас.% от общего потока жидкости) и растворенные вещества, причем растворенные вещества включают в себя карбамид и могут дополнительно содержать, например, соли аммония (в частности, при использовании ступени кислотной очистки). Количество растворенных веществ

обычно составляет менее 1,0 мас.% по отношению к общему количеству плава карбамида, поступившему в доводочную секцию (в единицу времени, например в минуту).

Первый выпуск для пара специально предназначенного для этой цели испарителя, например, соединен с конденсатором. Конденсатор имеет выпуск для конденсата, который, например, соединен с отсеком обедненной жидкости отстойника или с отсеком обогащенной жидкости отстойника.

Скрубберная колонна предпочтительно содержит секцию кислотной очистки, расположенную над ступенью Вентури, причем между ступенью кислотной очистки и ступенью Вентури предпочтительно расположена колпачковая тарелка. Ступень кислотной очистки содержит, например, выпуск для раствора для кислотной очистки, форсунку для распыления раствора для кислотной очистки, тарелки для способствования очистке и выпуск для кислотного раствора. Кислотная очистка используется для удаления NH_3 из потока газа. Раствор для кислотной очистки содержит, например, азотную кислоту или серную кислоту. Раствор для кислотной очистки из выпуска, как правило, частично продувают в виде чистого потока и частично рециркулируют. Кроме того, на выпуск для кислотной очистки обычно подают подпиточную кислоту. Продувочный кислотный поток содержит аммонийную соль кислоты и подается, например, к границе установки или, например, смешивается с обогащенным раствором отстойника из первого отсека отстойника. Дополнительным вариантом является, например, добавление кислотной продувки, необязательно после выпаривания воды, к плаву карбамида, подаваемому в доводочную секцию.

Изобретение также относится к системе обработки газа или устройству обработки газа, содержащим зону гашения и скрубберную колонну, содержащую первый туманоотделитель, ступень Вентури и отстойник, который имеет два отсека отстойника, как описано в отношении способа.

Изобретение также относится к установке для доводки карбамида, содержащей доводочную секцию карбамида и систему обработки газа в соответствии с изобретением. Доводочная секция карбамида содержит выпуск для плава карбамида, выпуск для воздуха, выпуск для твердого карбамида и выпуск для отходящего газа. Выпуск для отходящего газа доводочной секции соединен, например, каналом со впуском для отходящего газа зоны гашения. Блок доводки карбамида выполнен с возможностью отверждения плава карбамида с использованием воздуха. Доводочная секция карбамида представляет собой, например, гранулятор с псевдооживленным и/или фонтанирующим слоем, например, гранулятор с псевдооживленным слоем, например, с горизонтальным направлением транспортировки гранул в псевдооживленном слое через по меньшей мере два отделения

грануляции в грануляторе и с форсунками для подачи плава карбамида в псевдооживленный слой в каждом отделении грануляции. Доводочная секция карбамида также может представлять собой, например, башню приллирования.

Изобретение дополнительно относится к установке по производству карбамида, содержащей установку для доводки карбамида в соответствии с изобретением. Установка по производству карбамида дополнительно содержит установку по производству плава карбамида. Установка по производству плава карбамида содержит секцию синтеза высокого давления. В настоящем документе высокое давление означает давление более 100 бар, как правило, 140–180 бар. Установка по производству плава карбамида дополнительно содержит секцию регенерации и секцию испарения. Секция синтеза содержит реактор, а также предпочтительно стриппер и конденсатор карбамата. Реактор и конденсатор необязательно объединены в одном сосуде, таком как бассейновый реактор. Реактор имеет выпуск для раствора синтеза карбамида (который содержит карбамид, воду, карбамат аммония и свободный аммиак), соединенный со впуском стриппера или впуском секции регенерации. Стриппер представляет собой стриппер высокого давления и имеет выпуск для подвергнутого стриппингу карбамидного раствора, соединенный с секцией регенерации или в некоторых случаях с секцией испарения. Стриппер имеет выпуск для газа, соединенный со впуском конденсатора. Конденсатор имеет выпуск для жидкости, соединенный со впуском реактора. Синтез карбамида основан на реакции сырьевого аммиака и сырьевого CO_2 в условиях образования карбамида.

Стриппер представляет собой, например, вертикальный кожухотрубный теплообменник, выполненный в виде теплообменника с падающей пленкой, во время эксплуатации которого по трубам стекает пленка карбамидного раствора и поднимается восходящий поток газа, а в межтрубном пространстве, как правило, протекает нисходящий поток теплоносителя (такого как водяной пар). Стриппер, например, выполнен с возможностью отпарки CO_2 , отпарки аммиаком или самоотпарки. Установка дополнительно содержит компрессор CO_2 , соединенный, например, со стриппером в случае отпарки CO_2 .

Конденсатор карбамата представляет собой, например, кожухотрубный теплообменник, например, с трубным пучком U-образной формы. Необязательно конденсатор карбамата выполнен с возможностью приема газа из стриппера в межтрубном пространстве и охлаждающей текучей среды в трубах, причем трубы представляют собой, например, горизонтально расположенный трубный пучок, например, трубный пучок U-образной формы. Конденсатор содержит газораспределитель в межтрубном пространстве для распределения газа, поступающего из стриппера.

В некоторых вариантах осуществления стриппер высокого давления и конденсатор не используют.

Секция регенерации содержит, например, устройство для осуществления разложения и конденсатор или, например, два устройства для осуществления разложения, соединенных последовательно, каждое из которых имеет конденсатор. Устройство для осуществления разложения содержит, например, выпуск для карбамидного раствора, выпуск для очищенного карбамидного раствора и выпуск для газа. Устройство для осуществления разложения, например, выполнено с возможностью нагревания карбамидного раствора для по меньшей мере диссоциации карбамата аммония. Устройство для осуществления разложения работает при давлении ниже 100 бар. Секция регенерации содержит, например, устройство для осуществления разложения низкого давления (например, в сочетании с отпаркой CO_2 под высоким давлением) или, например, устройство для осуществления разложения среднего давления и устройство для осуществления разложения низкого давления, соединенные последовательно. Очищенный карбамидный раствор подается на выпуск секции испарения. Газ из устройства для осуществления разложения конденсируют в конденсаторе с получением карбаматного раствора, который возвращают в секцию синтеза. В секции испарения из карбамидного раствора испаряют воду с получением плава карбамида, содержащего, например, по меньшей мере 80 мас.% или по меньшей мере 90 мас.% карбамида, и пара, например, с использованием одного или более вакуумных испарителей. Пар конденсируют с получением конденсата. Конденсат, как правило, обрабатывают в секции обработки сточных вод (СОСВ). Секция СОСВ очищает конденсат и содержит, например, десорбер и гидролизер. СОСВ содержит по меньшей мере выпуск для очищенного технологического конденсата.

Изобретение также относится к способу производства карбамида, осуществляемому на установке по производству карбамида в соответствии с изобретением, включающему получение плава карбамида в установке по производству плава карбамида, как это описано, и отверждение плава карбамида с использованием воздуха в доводочной секции карбамида с получением твердого карбамидного продукта и отходящего газа, а также обработку отходящего газа в соответствии со способом в соответствии с изобретением и/или в системе обработки газа в соответствии с изобретением. Получение плава карбамида включает взаимодействие аммиака и CO_2 в условиях образования карбамида в секции синтеза, как это описано.

В настоящем документе для технологических потоков (в частности, карбамидного раствора) высокое давление (ВД) составляет по меньшей мере 100 бар абс., например,

110–160 бар абс., среднее давление (СД) составляет 20–60 бар абс., низкое давление (НД) составляет 4–10 бар абс. Эти диапазоны давления относятся к технологическим растворам и необязательно являются такими же для теплоносителей, таких как водяной пар. Сокращение «бар абс.» означает бар абсолютного давления.

Предпочтительные признаки зоны гашения и скрубберной колонны, указанные применительно к способам доводки карбамида, также предпочтительны для системы обработки газа в соответствии с изобретением. Способ доводки карбамида предпочтительно осуществляют в системе обработки газа в соответствии с изобретением, предпочтительно в системе обработки газа, имеющей предпочтительные признаки системы обработки газа в соответствии с изобретением.

На фиг. 1 представлен пример варианта осуществления системы (1) обработки газа в соответствии с изобретением. Система обработки газа содержит зону (Q) гашения и скрубберную колонну (2). Система обработки газа содержится в установке (3) для доводки карбамида, также содержащей доводочную секцию карбамида, например, гранулятор (GR). Также может быть использована башня приллирования. Доводочная секция содержит впуск для плава (UM) карбамида и впуск для воздуха (13) и содержит выпуск для твердого карбамида (US) и выпуск для отходящего газа (G1). Воздух, например, используют в качестве воздуха для псевдооживления или вторичного воздуха в грануляторе или в качестве воздуха приллирования в башне приллирования. Отходящий газ содержит воздух, а также пыль карбамида и газообразный аммиак. Отходящий газ подают через зону (Q) гашения. Необязательно установка для доводки карбамида дополнительно содержит охладитель продукта, из которого отходящий газ также подается в зону гашения. Необязательно установка для доводки карбамида дополнительно содержит классификатор для сортировки по размеру твердого карбамида (US), например, с использованием сит, и охладитель для по меньшей мере одной из фракций, такой как крупная фракция, и соединение для отходящего газа из указанного охладителя в зону (Q) гашения. Воздух из пылевых вентиляторов, содержащегося в установке для доводки карбамида, также может подаваться в зону гашения.

В зоне гашения гасящую жидкость, содержащую воду, распыляют с помощью распылительной форсунки (QN) гашения в поток газа для охлаждения, включающего испарительное охлаждение, и очистки для удаления пыли карбамида. Гасящую жидкость, например, распыляют перпендикулярно направлению потока газа. Гашеный газ и по меньшей мере частично или полностью гасящую жидкость подают из зоны (Q) гашения в виде смешанного потока (MF) из выпуска зоны гашения через соединение потока, такое как трубопровод (9), ко впуску (4), расположенному в нижней части скрубберной колонны

(2).

Скрубберная колонна (2) содержит снизу-вверх: отстойник (5), зону (6) впуска, расположенную на высоте впуска (4), первый туманоотделитель (ME1), первую колпачковую тарелку (CT1) и ступень (MMV) Вентури, например, ступень Вентури типа MultiMistVenturi.

Ступень (MMV) Вентури выполнена с возможностью очистки потока газа и содержит множество параллельных трубок (VT) Вентури, каждая из которых расположена вертикально. Каждая трубка (VT) Вентури содержит сужающуюся часть, горловину (наиболее узкую часть) и расширяющуюся часть (в направлении потока). Каждая трубка Вентури на стороне впуска имеет впускную распылительную форсунку (VN1), и предпочтительно каждая трубка имеет распылительную форсунку (VN2) горловины в выпускной части (расширяющейся части) трубок. На ступени Вентури мелкие капли и частицы, такие как пыль карбамида, соударяются с более крупными каплями, в частности поступающими из впускных распылительных форсунок (VN1), и захватываются более крупными каплями. Капли из распылительной форсунки (VN2) горловины также вносят свой вклад в захват частиц. Таким образом, ступень Вентури выполнена с возможностью распыления распыляемой жидкости в потоке газа через форсунку.

Как правило, после ступени очистки Вентури обеспечен каплеотделитель, такой как второй туманоотделитель (ME2), который служит для удаления из потока газа крупных капель, теперь содержащих (растворенные) частицы пыли карбамида. Первая колпачковая тарелка (CT1) позволяет газу поступать вверх через расположенные в ней отверстия, но предотвращает стекание жидкости вниз через тарелку и, например, имеет колпачки. Пример колпачковой тарелки описан в US4933047.

Туманоотделители, используемые в настоящем изобретении, независимо представляют собой, например, туманоотделители шевронного типа, лопастные или сетчатые туманоотделители, предпочтительно туманоотделители шевронного типа. Это относится к первому, второму и третьему туманоотделителю.

В некоторых вариантах осуществления между трубками Вентури и вторым туманоотделителем обеспечена отбойная тарелка (DO). Эта тарелка, например, представляет собой тарелку с двойными отверстиями. Тарелка, например, заполняется жидкостью из туманоотделителя. Эта тарелка обеспечивает снижение содержания твердых частиц в потоках газа. В некоторых вариантах осуществления тарелка (DO) и необязательная удерживающая тарелка для трубок Вентури ступени (MMV) Вентури необязательно снабжены сливным стаканом, например, выполненным в виде J-образной нисходящей трубки.

Необязательно система (1) обработки газа, например, скрубберная колонна (2), дополнительно содержит ступень (AS) кислотной очистки ниже по ходу потока от ступени (MMV) Вентури. Кислотная очистка служит для удаления газообразного аммиака из потока газа посредством очистки кислотным раствором. Ступени кислотной очистки содержат тарелки (AT), на которые через выпуск подают кислотную жидкость (SA1). В процессе эксплуатации кислота (такая как серная кислота или азотная кислота) реагирует с газообразным аммиаком с образованием соли аммония (такой как сульфат аммония или нитрат аммония).

Если используется ступень (AS) кислотной очистки, ниже по ходу потока от ступени Вентури обеспечивается второй туманоотделитель (ME2), как правило, со вторыми форсунками (SN2) для подачи жидкости на туманоотделитель. Форсунки (SN2), например, расположены над или под туманоотделителем и представляют собой, например, распылительные форсунки. Жидкость, например, представляет собой подпиточную воду, например, представленную в виде технологического конденсата (PC1), обычно конденсата из секции обработки сточных вод установки по производству карбамида. Второй туманоотделитель (ME2) выгодным образом предотвращает захват карбамида потоком газа со ступени (MMV) Вентури и, в частности, предотвращает захват пыли карбамида потоком газа на ступень (AS) кислотной очистки.

Если кислотная очистка (AS) расположена над ступенью Вентури в скрубберной колонне (2), то ниже по ходу потока относительно второго туманоотделителя и выше по ходу потока от и под ступенью кислотной очистки обеспечивается вторая колпачковая тарелка (CT2). Кислотную жидкость, собираемую в нижней части ступени (AS) кислотной очистки, например, над второй колпачковой тарелкой (CT2), отводят через выпуск (SA2). Отведенный кислотный поток для первой части (SA3) возвращают на выпуск (SA1) для кислоты (например, через резервуар кислоты) вместе с подпиточной кислотой (SA5). Отведенный кислотный поток (SA2) для второй части (SA4) продувают. Продувочный кислотный поток (SA4), который содержит непрореагировавшую кислоту, соль аммония и, возможно, некоторое количество карбамида, например, подают к границе установки или, например, смешивают с обогащенной жидкостью (L1) отстойника. Продувочный кислотный поток (SA4), например, концентрируют путем добавления соли аммония и, возможно, карбамида, после чего он может быть отвержден, например как в случае очистки серной кислотой, с получением твердого удобрения на основе сульфата аммония или твердого удобрения на основе карбамида с сульфатом аммония, например, содержащего по меньшей мере 10 мас.% серы или по меньшей мере 20 мас.% серы. Отверждение может быть выполнено, например, с использованием гранулятора,

например, с охлаждающей лентой. Гранулятор представляет собой, например, гранулятор, описанный в EP2477961. Если, например, для кислотной очистки используют азотную кислоту, то полученный раствор карбамида-аммиачной смеси (КАС) можно использовать в качестве жидкого удобрения, например, путем добавления карбамида и/или нитрата аммония до желаемых уровней для сельскохозяйственного применения. Раствор КАС, полученный в качестве продукта, содержит, например, от 28 мас.% до 32 мас.% общего азота и, как правило, от 29 мас.% до 38 мас.% карбамида и от 36 мас.% до 48 мас.% нитрата аммония, при этом остальную часть составляет вода. Справочная информация для данного варианта осуществления представлена в EP 3393626.

В одном примере варианта осуществления продувочный кислотный поток (SA4), например, смешивают с обогащенным раствором (L1, L1a) отстойника. Система содержит, например, резервуар для приема кислотного потока (SA2) с выпуском для кислотного потока (SA2), расположенным на уровне выше переливного порога (10).

Предпочтительно третий туманоотделитель (ME3) расположен ниже по ходу потока от ступени (AS) кислотной очистки; этот туманоотделитель обычно имеет форсунки (SN3), выполненные с возможностью подачи жидкости на туманоотделитель. Жидкость для этих форсунок (SN3) предпочтительно представляет собой поток воды высокой чистоты, такой как конденсат (SC1) водяного пара. Конденсат водяного пара получают, например, путем конденсации водяного пара, используемого в качестве теплоносителя в установке по производству карбамида.

Кроме того, ниже по ходу потока от ступени кислотной очистки необязательно используют дополнительное фильтрующее устройство для удаления частиц, такое как влажный электростатический осадитель (WESP) (не показан), например, над третьим туманоотделителем (ME3) в скрубберной колонне (2) или ниже по ходу потока от ступени Вентури (например, над вторым туманоотделителем (ME2), если ступень кислотной очистки отсутствует).

Газы отводят из верхней части скрубберной колонны, например, с помощью вентилятора (12), расположенного в верхней части скрубберной колонны.

Отстойник (5) содержит первый отсек (SC1) отстойника и второй отсек (SC2) отстойника, которые отделены друг от друга стенкой (7). В процессе эксплуатации уровень жидкости в обоих отсеках поддерживается ниже верхнего конца стенки. Стенка (7) позволяет поддерживать различный уровень жидкости в первом и втором отсеках в процессе эксплуатации.

Таким образом, при нормальной работе жидкость не перетекает непосредственно через верхний конец стенки (7) из одного отсека в другой отсек. Стенка (7) позволяет

поддерживать различные уровни жидкости в первом и втором отсеках отстойника, причем при нормальной работе уровень жидкости во втором отсеке отстойника для обедненного раствора отстойника выше, чем в первом отсеке для обогащенного раствора отстойника, как показано на Фиг. 1. Отстойник дополнительно содержит переливной порог (10), расположенный в верхней части стенки (7), причем порог позволяет жидкости контролируемым образом перетекать через стенку. В процессе работы обедненная жидкость отстойника перетекает по трубе в первый отсек отстойника.

Второй отсек (SC2) отстойника обеспечен верхней крышкой (11), которая изолирует верхнюю сторону отсека. Таким образом, жидкость из первого туманоотделителя (ME1) и жидкость из впуска (4) не поступают во второй отсек отстойника и не смешиваются с обедненным раствором отстойника в указанном отсеке.

Скрубберная колонна (2) дополнительно содержит первые форсунки (SN1), выполненные с возможностью подачи жидкости на первый туманоотделитель (ME1), например, на нижнюю часть и/или верхнюю часть туманоотделителя. Эту жидкость можно использовать для промывки туманоотделителя.

Первый туманоотделитель (ME1) выгодным образом предотвращает захват жидкого карбамида потоком газа в секцию (MMV) Вентури даже при поступлении всей гасящей жидкости, содержащей растворенный карбамид, в зону (6) впуска.

Каждый из первого и второго отсеков отстойника расположен под первым туманоотделителем (ME1), который смачивается жидкостью, распыляемой поверх него, и выполнен с возможностью приема жидкости из первого туманоотделителя (ME1). Первый и второй отсеки отстойника расположены бок о бок, а разделительная стенка (7) представляет собой вертикальную стенку между ними. Первый отсек (SC1) отстойника расположен ближе ко впуску (4), чем второй отсек (SC2) отстойника, т.е. расстояние между впуском (4) и первым отсеком отстойника меньше расстояния между впуском (4) и вторым отсеком (SC2) отстойника. Например, в горизонтальном поперечном сечении скрубберной колонны (2) первый и второй скрубберные отсеки образуют две противоположные стороны, а впуск (4) или впуски (4) расположены со стороны первого скрубберного отсека (4). Первый скрубберный отсек расположен ниже впуска (4) и выполнен с возможностью приема жидкости из впуска (4) и приема по меньшей мере части и предпочтительно всей жидкости из туманоотделителя (ME1).

В процессе работы основная часть пыли карбамида в отходящем газе (G1) поглощается гасящей жидкостью в зоне (Q) гашения. Эта жидкость протекает через канал (MF) в скрубберную колонну (2) через отверстие (4) и собирается в первом отсеке (SC1) отстойника, из которого обогащенная жидкость (L1) отстойника отводится через

выпускное отверстие. Из этой жидкости (L1) первую часть (L1a) возвращают в зону (Q) гашения с помощью насоса (8), в частности на распылительные форсунки (QN) гашения. Вторую часть (L2) продувают и необязательно третью часть (L3) обогащенной жидкости отстойника подают на гашение (Q) или в канал для отходящего газа (G1) через смесительный сосуд (V1). Кроме того, подпиточную воду, такую как технологический конденсат (PC2), подают на гашение (Q) или в канал для отходящего газа (G1).

Обогащенная жидкость (L1) отстойника имеет, например, концентрацию карбамида по меньшей мере 20 мас.%, предпочтительно в диапазоне 30–45 мас.% Эту концентрацию карбамида можно регулировать путем регулирования количества продуваемой (L2).

Жидкость, подаваемая на форсунки (SN1) первого туманоотделителя (ME1), и жидкость(-и), распыляемая(-ые) с помощью форсунок ступени (MMV) Вентури, а именно впускных форсунок (VN1) и необязательно форсунок (VN2) горловин, имеют (каждая) значительно более низкое содержание карбамида, чем обогащенная жидкость (L1) отстойника, например концентрацию карбамида менее 10 мас.%, предпочтительно менее 5 мас.% То же самое относится к жидкости, подаваемой на вторые форсунки (SN2) второго туманоотделителя (ME2). Более низкая концентрация карбамида и более высокая массовая доля воды обеспечивают дополнительное испарение воды и насыщение потока газа в соответствии с законом Рауля. Низкая концентрация карбамида в этих распыляемых жидкостях также важна для предотвращения загрязнения потока газа.

С учетом испарения воды в зоне (Q) гашения в скрубберной колонне (2) и дополнительно с учетом потери воды при продувке (продувка (L2) обогащенной жидкости отстойника) и необязательно при сбросе подпиточную воду (обычно подается в виде так называемого технологического конденсата (PC1)) подают в систему обработки газа, в частности в по меньшей мере одну из форсунок SN1, VN1, VN2 и SN2, например в форсунку (SN2). В предпочтительном варианте осуществления подпиточную воду подают, например, в виде конденсата водяного пара и/или технологического конденсата в отсек для обедненной жидкости отстойника, например, в виде жидкости, к ступени Вентури или на распылительную форсунку, расположенную над ступенью Вентури. Количество подпиточной воды предпочтительно регулируют для регулирования концентрации карбамида в обедненной жидкости отстойника.

Оставшуюся жидкость для этих форсунок подают, например, путем рециркуляции обедненного раствора (LS1, LS2, LS3) отстойника из второго отсека (SC2) отстойника.

Жидкость со ступени Вентури подают во второй отсек (SC2) отстойника. Скрубберная колонна содержит выпуск, соединение и впуск для подачи жидкости со

ступени Вентури во вторую скрубберную колонну. Например, жидкость (ML) из первой колпачковой тарелки (CT1) подают во второй отсек (SC2) отстойника через соответствующий выпуск, соединение потока и впуск. Первая колпачковая тарелка (CT1), например, выполнена с возможностью сбора как жидкости со ступени Вентури, так и со второго туманоотделителя. Первая колпачковая тарелка (CT1) предпочтительно предотвращает попадание потока этих жидкостей в первый отсек (SC1) отстойника.

Таким образом, жидкость во втором отсеке (SC2) отстойника не становится концентрированной за счет поступления карбамида, содержащегося в жидкости потока (MF) из зоны (Q) гашения. Поскольку часть оставшейся пыли карбамида захватывается жидкостью, протекающей через первый туманоотделитель (ME1), жидкостью на ступени (MMV) Вентури и жидкостью, протекающей через второй туманоотделитель (ME2), при отсутствии продувки концентрация карбамида увеличивалась бы. По меньшей мере часть жидкости, а предпочтительно вся жидкость, подаваемая на форсунки (SN1) первого туманоотделителя (ME1), поступает в первый отсек (SC1) отстойника, тем самым осуществляя продувку обедненной жидкости отстойника. Кроме того, часть (LS4) обедненной жидкости отстойника подается в зону (Q) гашения и/или канал для отходящего газа (G1) выше по ходу потока от ступени гашения, тем самым эффективно обеспечивая продувку обедненной жидкости отстойника. Подпиточную воду для обедненной жидкости отстойника подают, например, на ступень Вентури или на второй туманоотделитель.

Было обнаружено, что даже в том случае, если зона гашения имеет собственный отстойник для гасящей жидкости, очень сложно избежать переноса карбамида через канал (9) вследствие захвата карбамида гашеным отходящим газом, что ведет к переносу значительного количества пыли карбамида в скрубберную колонну. Канал (9) представляет собой, например, соединительный канал от доводочной секции (GR) ко впуску (4), содержащий зону (Q) гашения.

В настоящем изобретении продувку (L2) обогащенной жидкости отстойника, как правило, подвергают стадии выпаривания посредством нагрева для отделения паров воды от жидкости. Таким образом, концентрация карбамида, например, по меньшей мере 20 мас.% или по меньшей мере 30 мас.% в продувке (L2) обогащенной жидкости отстойника является выгодной для снижения потребления энергоресурсов (например, расхода водяного пара), требуемых на стадии выпаривания. Содержание воды в оставшейся жидкости (L2a) должно быть низким (например, менее 0,20 мас.%, или менее 0,10 мас.%, или менее 0,05 мас.% по отношению к плаву карбамида), чтобы не нарушать работу доводочной секции, например гранулятора (GR). Разделенный отстойник настоящего

изобретения позволяет достичь этого преимущества низкого энергопотребления в сочетании с простой и компактной конструкцией. Выгодным образом разделенный отстойник может быть так же компактен, как неразделенный отстойник для скрубберной колонны, что позволяет снизить затраты на оборудование.

Например, продувку (L2) обогащенной жидкости отстойника направляют в испаритель (E1), необязательно через смесительный сосуд (V1) и необязательно с нагревом. Испаритель предпочтительно является отдельным и отличным от главного испарителя установки по производству плава карбамида. В испарителе водную фракцию частично выпаривают путем нагревания. Полученный пар конденсируют в конденсаторе, а конденсат, например, возвращают в установку для доводки карбамида. В одном примере варианта осуществления пар из испарителя (E1) конденсируют с получением конденсата в конденсаторе, а конденсат необязательно подают во второй отсек (SC2) отстойника через необязательный выпуск (RC). Несконденсированный пар, например, подают в канал для отходящего газа (G1). Оставшуюся в испарителе жидкость (L2a), содержащую карбамид, удаленный из отходящего газа (G1), например, смешивают с плавом (UM) карбамида, подаваемым в доводочную секцию, такую как гранулятор (GR). В случае если кислотную продувку (SA4) смешивают с обогащенной жидкостью (L1) отстойника, это приводит к введению небольшого количества соли аммония в твердый карбамидный продукт (US); однако, как правило, на уровне менее 0,5 мас.% или менее 0,20 мас.% от твердого карбамида, т.е. твердый карбамид все еще представляет собой коммерчески приемлемый сорт, например, сорт удобрения. Специально предназначенный для этой цели испаритель (E1) также можно использовать, если продувка (L2) обогащенной жидкости отстойника не содержит солей аммония.

В альтернативном варианте осуществления продувка (L2), например, подается в секцию испарения установки по производству карбамида. Секция испарения имеет выпуск для карбамидного раствора, выпуск для плава карбамида, соединенный с гранулятором, и выпуск для пара, соединенный с секцией обработки сточных вод (СОСВ). Например, в случае если продувка (L2) не содержит солей аммония, продувку необязательно подают в секцию испарения, например, когда кислотную продувку (SA4) утилизируют способом, отличным от смешивания с обогащенной жидкостью (L1) отстойника (например, в случае направления кислотной продувки (SA4) до границы установки) или в случае, когда кислотная очистка (AS) отсутствует. Секция СОСВ выполнена с возможностью очистки конденсата и содержит, например, гидролизер для гидролиза карбамида и десорбер для десорбции аммиака. Работа секции СОСВ установки по производству карбамида обычно является энергоемкой. Поэтому для снижения нагрузки на главный испаритель, а также на

секцию СОСВ предпочтительны низкая концентрация воды в продувке (L2) и высокая концентрация карбамида в продувке (L2). Необязательно некоторое количество конденсата из секции испарения или очищенного конденсата из секции СОСВ подают в виде подпиточной воды в скрубберную колонну (2), например, во второй отсек отстойника для смешивания с обедненной жидкостью отстойника или на ступень Вентури.

Зона (6) впуска необязательно содержит выпуск (L4) для перелива, например, в смесительный сосуд (V1).

Предпочтительные признаки различных частей примера варианта осуществления, показанного на фиг. 1, можно использовать независимо, а также в сочетании друг с другом. В частности, пример системы и установки, представленных на фиг. 1, включает в себя в качестве основных частей блок гранулирования, соединительный канал, зону гашения, соединительный канал, отстойник, туманоотделитель(-и), ступень Вентури и ступень кислотной очистки, причем предпочтительные и иллюстративные признаки одной из указанных частей можно использовать независимо от предпочтительных и иллюстративных признаков другой из указанных частей системы, представленной на фиг. 1.

Таким образом, изобретение в одном аспекте относится к способу доводки карбамида, включающему обработку отходящего газа, причем способ включает доводку карбамида и подачу отходящего газа в зону гашения и в скрубберную колонну, содержащую отстойник и ступень Вентури, при этом отстойник имеет конфигурацию разделенного отстойника с двумя отсеками.

На фиг. 2 схематически показана зона гашения и нижняя часть скрубберной колонны примера секции обработки газа. Номера позиций такие же, как на фиг. 1.

Используемые в настоящем документе числовые термины, такие как «первый», «второй» и «третий» для элементов определенного типа, не исключают наличия дополнительных элементов того же или другого типа между обозначенными элементами. Например, между первой и второй колпачковыми тарелками может находиться дополнительная колпачковая тарелка. Термин «обычно» указывает на признаки, которые являются выгодными, но не существенными. В настоящем документе термины «ниже по ходу потока» и «выше по ходу потока» относятся к потоку газа.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ доводки карбамида, включающий обработку отходящего газа, причем указанный способ включает:

а) подачу плава карбамида и воздуха в доводочную секцию и отверждение плава карбамида с получением твердого карбамидного продукта и отходящего газа, при этом отходящий газ содержит пыль карбамида и аммиак,

б) подачу отходящего газа в зону гашения и гашение отходящего газа путем распыления гасящей жидкости с получением смешанного потока, содержащего гасящую жидкость и гашеный отходящий газ, причем гасящая жидкость содержит растворенный карбамид,

с) подачу указанного смешанного потока, содержащего гасящую жидкость и гашеный отходящий газ, в скрубберную колонну через впуск,

д) пропускание гашеного отходящего газа через первый туманоотделитель в указанной скрубберной колонне и затем через трубку Вентури, содержащуюся в ступени Вентури, с получением очищенного потока газа, при этом первый туманоотделитель промывают первой промывочной жидкостью, и при этом в указанной ступени Вентури в потоке газа распыляют распыляемую жидкость,

причем указанная скрубберная колонна содержит отстойник под указанным первым туманоотделителем,

при этом указанный отстойник содержит первый отсек отстойника и второй отсек отстойника, которые отделены друг от друга стенкой,

причем указанный впуск расположен над указанным первым отсеком отстойника, и при этом по меньшей мере 80 мас.% гасящей жидкости, содержащейся в указанном смешанном потоке, собирают в указанном первом отсеке отстойника, причем в первый отсек отстойника поступает указанная первая промывочная жидкость из указанного туманоотделителя; при этом способ дополнительно включает:

е) рециркуляцию жидкости, которая представляет собой обогащенную жидкость отстойника, из указанного первого отсека отстойника в качестве гасящей жидкости в указанную зону гашения, и

ф) рециркуляцию жидкости, которая представляет собой обедненную жидкость отстойника, из указанного второго отсека отстойника в указанный первый туманоотделитель в качестве указанной первой промывочной жидкости и/или в указанную ступень Вентури в качестве указанной распыляемой жидкости.

2. Способ доводки карбамида по п. 1, в котором часть обогащенной жидкости отстойника из первого отсека отстойника продувают, и при этом к обедненной жидкости

отстойника добавляют подпиточную воду, причем обедненная жидкость отстойника имеет концентрацию карбамида 5 мас.% или менее, и при этом обогащенная жидкость отстойника имеет концентрацию карбамида по меньшей мере 40 мас.%.

3. Способ доводки карбамида по любому из предшествующих пунктов, дополнительно включающий кислотную очистку очищенного потока газа с использованием раствора для кислотной очистки.

4. Способ доводки карбамида по любому из предшествующих пунктов, в котором часть обогащенной жидкости отстойника из первого отсека отстойника продувают и нагревают в испарителе с получением пара и концентрированного продувочного потока, причем концентрированный продувочный поток объединяют с плавом карбамида, подаваемым в доводочную секцию.

5. Способ доводки карбамида по любому из предшествующих пунктов, в котором доводочная секция представляет собой гранулятор с псевдоожиженным слоем.

6. Способ доводки карбамида по любому из предшествующих пунктов, в котором часть обогащенной жидкости отстойника из первого отсека отстойника подают в канал для отходящего газа, соединяющий доводочную секцию с зоной гашения.

7. Система (1) обработки газа для обработки потока газа, содержащая зону (Q) гашения и скрубберную колонну (2), причем скрубберная колонна содержит первый туманоотделитель (ME1), ступень (MMV) Вентури и отстойник (5), при этом ступень Вентури содержит трубку (VT) Вентури и форсунку (VN1, VN2) для первой распыляемой жидкости,

а) причем зона гашения содержит выпуск для указанного потока газа, выпуск для гасящей жидкости, распылительную форсунку (QN) гашения для распыления гасящей жидкости в отходящий газ и выпуск (MF) для смешанного потока, содержащего гашеный отходящий газ и гасящую жидкость,

б) при этом скрубберная колонна (2) содержит выпуск (6) для указанного смешанного потока, соединенный с указанным выпуском указанной зоны гашения,

с) причем скрубберная колонна выполнена с возможностью протекания гашеного отходящего газа от указанного выпуска (6) через указанный первый туманоотделитель (ME1) и затем через указанную трубку (VT) Вентури,

д) при этом указанная скрубберная колонна дополнительно содержит первую форсунку (SN1) для подачи промывочной жидкости на указанный первый туманоотделитель (ME1),

е) причем указанный отстойник содержит первый отсек (SC1) отстойника и второй отсек (SC2) отстойника, которые отделены друг от друга стенкой (7), при этом выпуск (6)

для смешанного потока расположен над указанным первым отсеком (SC1) отстойника таким образом, что гасящая жидкость из указанного смешанного потока поступает в указанный первый отсек отстойника,

f) причем первый отсек отстойника выполнен с возможностью сбора промывочной жидкости из указанного первого туманоотделителя (ME1),

g) при этом первый отсек отстойника имеет выпуск (L1) для обогащенной жидкости отстойника, соединенный с указанным впуском для гасящей жидкости указанной зоны гашения,

h) причем второй отсек отстойника имеет выпуск для обедненной жидкости (LS3) отстойника, соединенный со впуском (LS3) первой форсунки (SN1) указанного первого туманоотделителя (ME1) и/или указанной форсункой (VN1, VN2) указанной ступени (MMV) Вентури.

8. Установка для доводки карбамида, содержащая систему обработки газа по п. 7 и доводочную секцию карбамида, причем доводочная секция карбамида содержит выпуск для плава карбамида, выпуск для воздуха, выпуск для твердого карбамида и выпуск для отходящего газа, который соединен со впуском зоны гашения, и при этом доводочная секция карбамида выполнена с возможностью отверждения плава карбамида с использованием воздуха.

9. Установка для доводки карбамида по п. 8, в которой доводочная секция карбамида представляет собой гранулятор с псевдооживленным и/или фонтанирующим слоем.

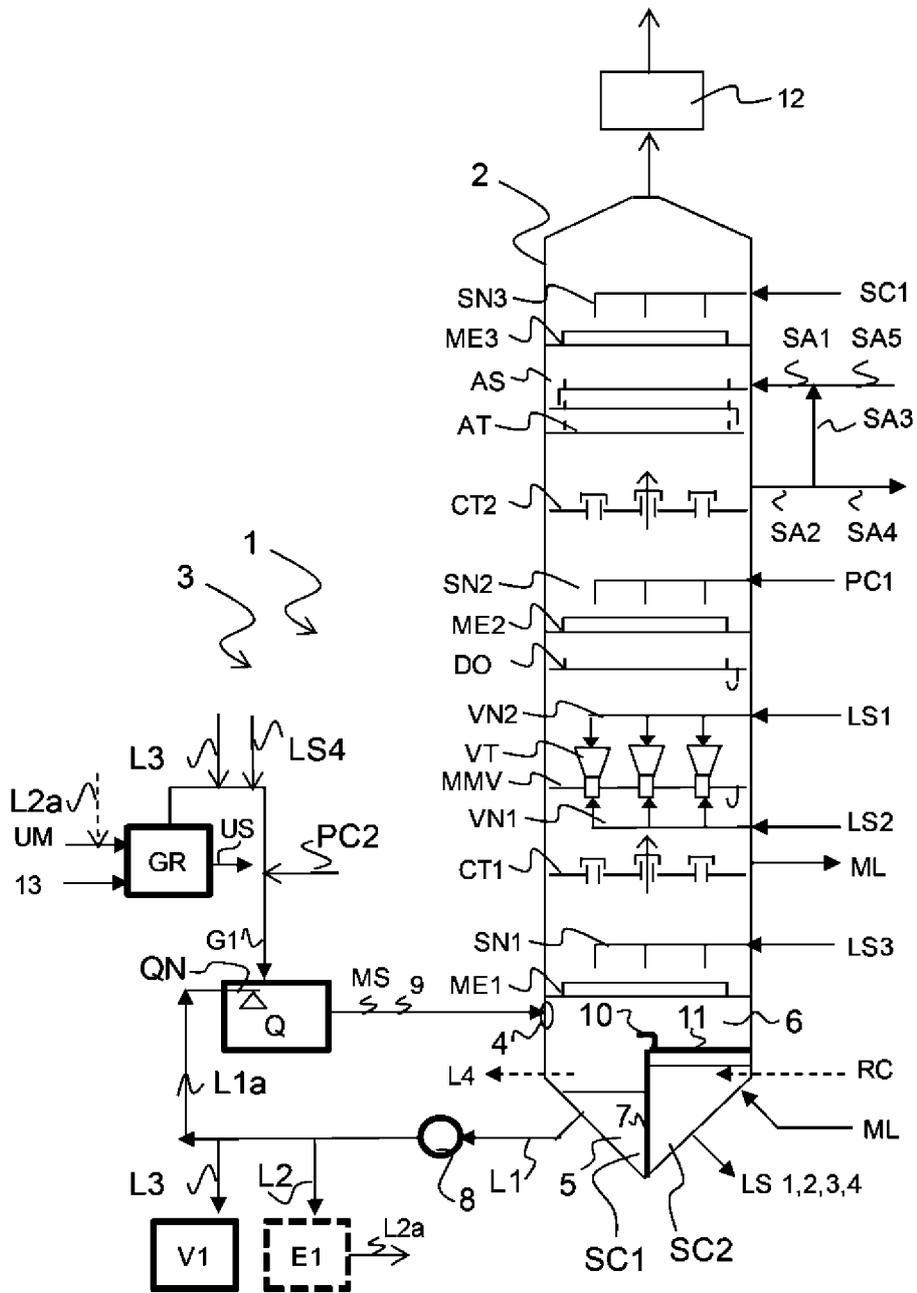
10. Установка для доводки карбамида по п. 8 или 9, в которой скрубберная колонна дополнительно содержит секцию кислотной очистки над ступенью Вентури.

11. Установка для доводки карбамида по любому из пп. 8–10, дополнительно содержащая испаритель (E1), имеющий впуск, соединенный по текучей среде с указанным выпуском (L2) для обогащенной жидкости отстойника, причем испаритель дополнительно имеет выпуск (L2a) для карбамидсодержащей жидкости и выпуск для пара, при этом выпуск (L2a) для карбамидсодержащей жидкости соединен с линией (UM) подачи плава карбамида, соединенной со впуском для плава карбамида указанной доводочной секции (GR).

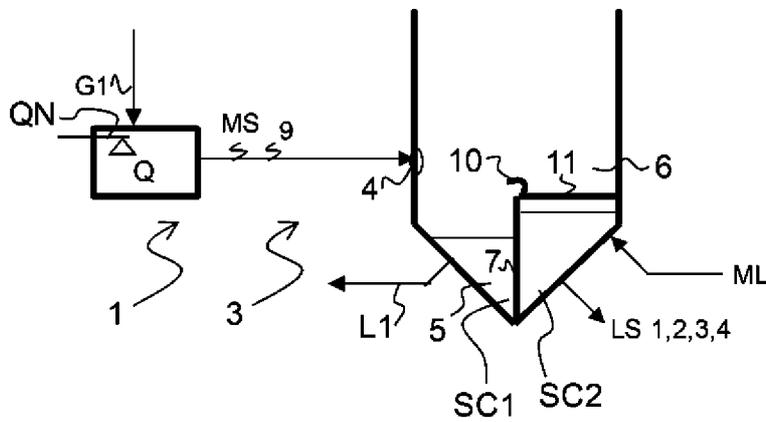
12. Установка для доводки карбамида по любому из пп. 8–11, в которой отстойник (5) содержит переливной порог (10) в верхней части указанной стенки (7), и при этом указанный второй отсек (SC2) отстойника содержит крышку (11), изолирующую верхнюю сторону второго отсека (SC2) отстойника.

13. Установка по производству карбамида, содержащая установку для доводки

карбамида по любому из пп. 8–12 и дополнительно содержащая установку по производству плава карбамида, причем установка по производству плава карбамида содержит секцию синтеза высокого давления, секцию регенерации и секцию испарения, при этом секция синтеза высокого давления содержит реактор, стриппер и конденсатор карбамата.



ФИГ. 1



ФИГ. 2