

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033625**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.11.11

(21) Номер заявки
201892506

(22) Дата подачи заявки
2017.04.28

(51) Int. Cl. **B01J 19/00** (2006.01)
C07C 273/04 (2006.01)
C07C 273/16 (2006.01)
B01B 1/00 (2006.01)

(54) ПРОИЗВОДСТВО КАРБАМИДА С КОНТРОЛИРУЕМЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БИУРЕТА

(31) **16168115.0**(32) **2016.05.03**(33) **EP**(43) **2019.02.28**(86) **PCT/NL2017/050271**(87) **WO 2017/192032 2017.11.09**

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

(72) Изобретатель:
Мостерт Елко (NL)

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

(56) GB-A-959358
US-A-3223145
US-A-3903158

(57) Описан новый способ регулирования образования биурета при производстве карбамида. Это достигается за счет сокращения или предотвращения образования биурета в секции концентрации, особенно в одном или более концентраторах или испарителях. Способ включает контроль продолжительности нахождения водного потока карбамида, обрабатываемого в такой секции концентрации, независимо от объемного расхода указанного потока, поступающего в указанную секцию концентрации в единицу времени. Продолжительность нахождения можно регулировать, например, обеспечив регулирование объема секции концентрации или добавляя газ в поток карбамида, подлежащий обработке. Можно применять также сочетание таких мероприятий.

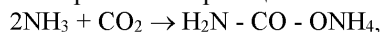
B1**033625****033625****B1**

Область применения изобретения

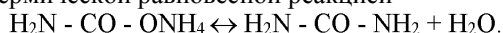
Изобретение относится к области производства карбамида и касается контроля количества биурета, получаемого как побочный продукт. Настоящее изобретение касается, в особенности, контроля количества биурета на установках по производству карбамида, которые эксплуатируются на пониженной мощности. Изобретение относится к способу, а также к установке и к модернизации существующих установок.

Уровень техники

Карбамид, по существу, производят из аммиака и диоксида углерода. Его можно получать путем введения избытка аммиака вместе с диоксидом углерода под давлением от 12 до 40 МПа и при температуре от 150 до 250°C в зону синтеза карбамида. Образование карбамидного соединения лучше всего можно представить в виде двух последовательных этапов реакции, причем на первом этапе образуется карбамат аммония в соответствии с экзотермической реакцией



после чего, на втором этапе, образованный карбамат аммония дегидратируется с получением карбамида в соответствии с эндотермической равновесной реакцией



Степень протекания этих реакций зависит, в числе прочего, от температуры и вводимого избытка аммиака. Продукт реакции, получаемый в виде раствора карбамида, по существу состоит из карбамида, воды, несвязанного аммиака и карбамата аммония. Карбамат аммония и аммиак извлекают из раствора и по существу возвращают в зону синтеза карбамида.

В дополнение к вышеуказанному раствору, в зоне синтеза карбамида образуется газовая смесь, которая состоит из не вступивших в реакцию аммиака и диоксида углерода вместе с инертными газами, - так называемые отходящие газы реактора. Секция синтеза карбамида может содержать отдельные зоны для образования карбамата аммония и карбамида. Но эти зоны можно также комбинировать в одном аппарате.

Существуют различные способы производства карбамида. Эти способы и соответственно установки, на которых эти способы осуществляются, обычно предусматривают следующие стадии: синтез, регенерация не вступивших в реакцию исходных материалов, последующая обработка и доводка. Поэтому применяются секции синтеза и регенерации, которые соединены друг с другом так, чтобы образовался контур синтеза, в котором исходные материалы (аммиак и диоксид углерода, особенно в форме карбамата аммония) регенерируются и возвращаются на стадию синтеза. Продукцией контура синтеза обычно является поток очищенного водного раствора карбамида, имеющего концентрацию карбамида 50 мас.% или выше, обычно до 75-80 мас.%, прежде чем указанный поток подвергают концентрации на окончательной стадии (стадиях).

Последующая обработка обычно относится к одной или более секциям, зонам или блокам, в которых происходит дальнейшая концентрация вышеупомянутого водного потока карбамида. Такую дальнейшую концентрацию, как правило, проводят путем выпаривания, а секцию концентрации часто называют секцией выпаривания.

Одна из проблем в производстве карбамида относится к контролю количества биурета, образующегося как побочный продукт, и обычно присутствующего в продукции из карбамида, такой как приллы или гранулы. Биурет представляет собой димер карбамида и образуется с выделением аммиака. Количество биурета является показателем качества карбамида, предназначенного для продажи. Как правило, во всем мире в стандартной спецификации на продукцию из карбамида содержание биурета не превышает 1 мас.%. Например, в минеральных удобрениях количество биурета обычно не превышает 0,9 мас.%. В других применениях, таких как использование водного раствора карбамида в установке для снижения содержания оксидов азота в выхлопных газах дизельных двигателей (в особенности, известного как жидкость для очистки выхлопных газов дизельных двигателей под торговой маркой AdBlue®), содержание биурета должно быть еще ниже.

На установках по производству карбамида, работающих на основе старой прямоточной технологии, образование биурета не представляет значительной проблемы. Однако для современных установок, таких как установки стриппинга карбамида, свойственно образование большого количества биурета и требуется обеспечить усиленный контроль содержания биурета.

Еще одна проблема состоит в том, что производить карбамид в соответствии с требуемыми спецификациями биурета труднее в случае, если установка, на которой производится карбамид, работает на неполной мощности. Как правило, уровни содержания биурета гарантированы для установки, работающей на полную мощность. На практике это означает, что производители, эксплуатирующие свои установки на пониженной мощности, рискуют тем, что выпущенная продукция не будет соответствовать спецификациям для всех видов применения. Было бы желательным предусмотреть способ производства карбамида и установку для осуществления такого способа, которые позволяли бы контролировать образование биурета, даже в случае, если установка, на которой производится карбамид, эксплуатируется на пониженной мощности.

В патенте GB959358 описан способ производства карбамида в приллах с пониженным содержанием

биурета, в котором дегазированный выходной поток реактора, содержащий карбамид, подается из зоны первичной очистки во вторую зону очистки, и там выходной поток нагревается при заданных температуре и давлении. Из второй зоны очистки извлекается высококонцентрированный расплав карбамида, содержащий биурет. Указывается, что концентрация биурета в карбамиде, извлеченном из такой второй зоны очистки, зависит от достигнутой степени концентрации карбамида. Дальнейшее снижение концентрации биурета происходит при контакте расплава карбамида с содержащим газ аммиаком при температуре выше точки плавления чистого карбамида в течение достаточного времени, необходимого для достижения равновесия между реагирующими аммиаком и биуретом, и карбамидом.

В патенте US3223145 описан способ получения приллов карбамида, обладающих механической прочностью и плотностью, и одновременно менее склонных к впитыванию воды, за счет общего контроля времени и температуры нагревания карбамида. В качестве сырья используется расплав карбамида с низким содержанием воды и избыточным содержанием биурета. Содержащийся в расплаве карбамида биурет удаляют насколько возможно быстрым проведением дегидратации расплава карбамида при насколько возможно низкой температуре или, иными словами, путем минимизации продолжительности и температуры нагрева дегидратированного расплава карбамида.

Сущность изобретения

Для того, чтобы лучшим образом решить одну или более из указанных выше проблем, настоящее изобретение предусматривает в одном аспекте способ производства карбамида, включающий:

- a) создание условий для образования карбамида из аммиака и диоксида углерода в секции синтеза карбамида с получением таким образом водного потока карбамида;
- b) подачу водного потока карбамида в секцию регенерации;
- c) извлечение из водного потока карбамида в секции регенерации не вступивших в реакцию аммиака и диоксида углерода из указанного водного потока карбамида с получением таким образом регенерированных аммиака и диоксида углерода и очищенного водного потока карбамида;
- d) рециркуляцию указанных регенерированных аммиака и диоксида углерода в секцию синтеза;
- e) подачу очищенного водного потока карбамида в секцию концентрации;
- f) удаление воды из очищенного водного потока карбамида в секции концентрации с получением таким образом потока концентрированного карбамида;

при этом продолжительность нахождения очищенного водного потока карбамида в секции концентрации контролируют независимо от объемного расхода в единицу времени очищенного водного потока карбамида, поступающего в секцию концентрации.

В другом аспекте изобретение представляет установку по производству карбамида, которая содержит секцию синтеза карбамида, имеющую вход для аммиака и диоксида углерода и выход для водного раствора карбамида, причем указанный выход находится в связи по текучей среде с секцией регенерации, имеющей вход для водного раствора карбамида, выход для рециркуляции аммиака и диоксида углерода и выход для очищенного водного потока карбамида, причем указанный выход для рециркуляции аммиака и диоксида углерода находится в связи по текучей среде со входом секции синтеза, секции регенерации, и указанный выход для очищенного водного потока карбамида находится в связи по текучей среде со входом секции концентрации; при этом указанная секция концентрации имеет выход для пара или пароконденсата и выход для потока концентрированного карбамида, при этом установка выполнена с возможностью контролировать продолжительность нахождения очищенного водного потока карбамида в секции концентрации независимо от объемного расхода в единицу времени очищенного водного потока карбамида, поступающего в секцию концентрации.

В следующем аспекте изобретение представляет собой способ модернизации существующей установки по производству карбамида, которая содержит секцию синтеза карбамида, имеющую вход для аммиака и диоксида углерода и выход для водного раствора карбамида, причем указанный выход находится в связи по текучей среде с секцией регенерации, имеющей вход для водного раствора карбамида, выход для рециркуляции аммиака и диоксида углерода и выход для очищенного водного потока карбамида, причем указанный выход для рециркуляции аммиака и диоксида углерода находится в связи по текучей среде со входом секции синтеза, секции регенерации, причем указанный выход для очищенного водного потока карбамида находится в связи по текучей среде со входом секции концентрации; при этом указанная секция концентрации имеет выход для пара или пароконденсата и выход для потока концентрированного карбамида, при этом способ модернизации включает выполнение установки с возможностью регулирования продолжительности нахождения очищенного водного потока карбамида в секции концентрации независимо от объемного расхода в единицу времени очищенного водного потока карбамида, поступающего в секцию концентрации.

Описание чертежа

График на чертеже, представленный авторами настоящего изобретения, отображает образование биурета в секциях обычной установки стриппинга карбамида, работающей в обычном режиме. Секции показаны на оси X слева направо, по направлению потока. Секция "ректификация" фактически является частью секции регенерации. Секция "V302" является баком для хранения карбамида. Накопленные проценты образовавшегося биурета указаны на оси X как процентная доля биурета относительно суммы

карбамида и биурета. На графике видно, что дополнительно к общепринятому представлению о том, что биурет образуется главным образом в стриппере, значительное количество биурета образуется в секции выпаривания (т.е. концентрации).

Осуществление изобретения

Настоящее изобретение основано в общем смысле на продуманном представлении, что образование значительного количества биурета можно предотвратить, если устранить взаимосвязь между объемом вводимого в секцию концентрации карбамида и продолжительностью нахождения карбамида в указанной секции концентрации. До настоящего времени контроль образования биурета был основан на том, что происходит в секции синтеза. Это согласуется с общим представлением о том, что основная часть биурета образуется в стриппере. Авторы настоящего изобретения в данный момент полагают, не желая ограничиваться теорией, что значительная часть биурета образуется в результате неравномерного распределения продолжительности нахождения карбамида в секции концентрации, что приводит к соответствующим колебаниям продолжительности нахождения. Данный эффект особенно сильно проявляется в случае изменения мощности работающей установки.

В соответствии с настоящим изобретением, указанный выше подход осуществляется в форме регулирования продолжительности нахождения карбамида в секции концентрации независимо от объемного расхода этого карбамида, поступающего в секцию концентрации в единицу времени. Объемный расход в единицу времени можно указывать, например, в $\text{м}^3/\text{с}$ или $\text{м}^3/\text{ч}$.

В обычных способах производства карбамида секция концентрации просто принимает поток карбамида, т.е. указанный выше очищенный водный поток карбамида, количество которого задается эксплуатационными вариантами, выбранными на предшествующих стадиях. Продолжительность нахождения карбамида в секции концентрации будет зависеть от объемного расхода карбамида, поступающего в указанную секцию концентрации в единицу времени. Обычные концентраторы не имеют средства для независимого контроля продолжительности нахождения поступающего в них потока карбамида. Проще говоря, чем интенсивнее указанный поток, тем короче будет время его нахождения в секции концентрации.

В особенности это можно проиллюстрировать на примере варианта осуществления концентратора, который содержит одну или более вертикальных трубок, в которых принудительно выпаривается вода. В такой системе жидкость будет поступать в трубку испарителя снизу, и за счет подачи тепла (например, паром) в определенный момент начнется испарение жидкости и будут образовываться паровые пузырьки. В результате потока жидкости в трубку уровень жидкости будет подниматься, причем образование паровых пузырьков будет идти активнее. Наконец, поток паров станет достаточно сильным, чтобы образующийся поток паров и жидкости выдувался из трубки, как правило, с высокой скоростью, в результате возросшего количества паров. В результате этого технологического процесса продолжительность нахождения становится более длительной в месте входа потока жидкости, а именно в нижней части трубки. При уменьшении объемного расхода (причиной чего может быть сниженная загрузка установки) продолжительность нахождения увеличится, поскольку потребуется больше времени, чтобы жидкость достигла состояния, когда она будет выдвигаться из трубки вместе с паром, как указано выше.

В настоящем изобретении используется существенность продолжительности нахождения в концентраторе установки по производству карбамида. В вариантах осуществления, в которых установка является новой установкой, именуемой также "вновь созданной", это достигается за счет выполнения секции концентрации с возможностью контроля продолжительности нахождения жидкости (т.е. очищенного водного потока карбамида) независимо от объемного расхода указанной жидкости, поступающей в секцию концентрации в единицу времени. В вариантах осуществления, в которых установка является уже существующей установкой по производству карбамида, изобретение можно использовать, соответствующим образом адаптировав секцию концентрации (которая обычно имеется в установке по производству карбамида).

Следует отметить, что секция концентрации установки по производству карбамида может содержать множество концентраторов. Поэтому, как правило, водный раствор карбамида доводится до более высоких концентраций и, следовательно, более высоких температур в комплексе из двух или более концентраторов. Если указанный комплекс концентраторов имеет последовательное расположение, в начале технологического процесса будет находиться первый концентратор, а после него будут располагаться второй и, необязательно, последующие концентраторы. В интересном варианте осуществления предлагаемый в изобретении контроль продолжительности нахождения в секции концентрации применяется к одному или более из второго или последующих концентраторов. Поэтому понятно, что указанный контроль применяется не к первому концентратору и/или, при наличии более трех концентраторов, не к одному или более из первого, второго и последующих концентраторов. Особенно интересный вариант осуществления при наличии двух или более последовательных концентраторов заключается в применении контроля продолжительности нахождения только к тем концентраторам, в которых поток водного раствора карбамида подвергается воздействию температуры выше 125°C , например, выше 130°C .

В соответствии с настоящим изобретением, во всех вариантах осуществления конечная установка будет иметь средство для контроля продолжительности нахождения в секции концентрации независимо

от потока жидкости, поступающего в указанную секцию. В процессе эксплуатации установка в соответствии с настоящим изобретением будет производить карбамид способом, предусматривающим этап, на котором использовано вышеупомянутое средство.

Вышеупомянутое средство более подробно разъясняется ниже, с учетом общей компоновки установки по производству карбамида. Такая установка будет содержать по меньшей мере следующие секции: секция синтеза карбамида, секция регенерации и секция концентрации. Как правило, установка по производству карбамида будет также содержать доводочную секцию, расположенную после секции концентрации, в которой расплав карбамида, полученный из секции концентрации, преобразуется в конечный твердый продукт, такой как приллы или гранулы. Предшествующие секции находятся в такой связи по текучей среде, которая является общеизвестной в данной области техники, в целом обеспечивая контур синтеза карбамида, в который возвращаются регенерированные аммиак и диоксид углерода (включая карбамат аммония).

Секция синтеза карбамида содержит один или более входов для подачи участвующих в реакции веществ, а именно аммиака и диоксида углерода. С учетом необходимых для образования карбамида условий, секция синтеза будет эксплуатироваться, как правило, при высоком давлении (обычно 12-40 МПа), и называется секцией ВД (высокого давления). Секция синтеза обычно содержит реактор, и в этом реакторе могут быть предусмотрены входы. Во многих установках по производству карбамида секция синтеза также содержит другое оборудование ВД, такое как стриппер и конденсатор. Стриппер может быть термическим (действующим только с использованием тепла), но более употребительным является стриппер, действующий с использованием стриппинг-газа (аммиака или чаще, диоксида углерода). Входы для подачи реагентов в секцию синтеза также могут содержаться и на другом оборудовании. Например, часто используемым способом являются стриппинг-процессы с диоксидом углерода, в которых обычно исходный диоксид углерода применяется как стриппинг-газ и принудительно подается в секцию синтеза через вход на стриппере.

Секция синтеза имеет выход (т.е. выход для жидкости) для водного раствора карбамида (т.е. синтезированного раствора карбамида, который образуется при воздействии на аммиак и диоксид углерода условий, необходимых для образования карбамида), находящийся в связи по текучей среде с по меньшей мере одной секцией регенерации (иногда именуемой также секцией рециркуляции). Она обычно содержит одну или более секций, работающих под давлением ниже 7 МПа. Такими могут быть секция низкого давления (НД), секция среднего давления (СД) или обе секции. НД обычно составляет 0,1-1 МПа, СД обычно составляет 1-7 МПа, чаще 1-5 МПа.

Для полноты изложения отмечается, что секция синтеза будет также содержать, например в реакторе, выход для газа, для выпуска не вступивших в реакцию газообразных аммиака и диоксида углерода, которые обычно будут возвращаться в секцию синтеза. Кроме того, в случае применения упомянутого стриппинг-процесса стриппер будет иметь выход для газа, для выпуска не вступивших в реакцию газообразных аммиака и/или диоксида углерода и, если применимо, отработанного стриппинг-газа.

По меньшей мере одна секция регенерации имеет вход для вышеупомянутого водного раствора карбамида, образующегося в результате синтеза. В секции регенерации происходит регенерация не вступивших в реакцию аммиака и диоксида, и они возвращаются в секцию синтеза. Таким образом, секция регенерации содержит выход для рециркуляции аммиака и диоксида углерода, который находится в связи по текучей среде со входом секции синтеза. Рециркулирующий поток зачастую представляет собой поток карбамата аммония НД, давление которого доводится до давления синтеза перед его поступлением в секцию синтеза. Секция регенерации содержит выход для водного раствора карбамида, который очищается в результате регенерации карбамата аммония в секции регенерации. Указанный выход находится в связи по текучей среде с расположенными после него секциями и тем самым (прямо или опосредованно) со входом секции концентрации. Секция концентрации служит для повышения концентрации карбамида за счет удаления воды. Это обычно достигается путем выпаривания, а секция концентрации имеет выход для воды, т.е., как правило, либо выход для газа, для выпуска пара, либо выход для жидкости, для выпуска пароконденсата. Секция концентрации также содержит выход для потока концентрированного карбамида, образующегося в результате удаления воды в секции концентрации. Поток концентрированного карбамида часто называется также расплавом карбамида, который пригоден для преобразования в твердую продукцию в секции доводки карбамида. Расплав карбамида обычно имеет концентрацию карбамида выше 90 мас.%, предпочтительно выше 95 мас.%, например, выше 97 мас.%.

В соответствии с настоящим изобретением, средство, обеспечивающее независимый контроль продолжительности нахождения водного раствора карбамида в секции концентрации, может быть дополнительным устройством. Такое устройство может располагаться перед секцией концентрации и после секции регенерации. В этом варианте осуществления такое устройство служит для сбора предварительно заданного количества карбамида перед его принудительной подачей в секцию концентрации. В результате возможно устранение колебаний потока карбамида из предшествующих секций (например, в случае работы установки на пониженной мощности). Хотя это может привести к потоку карбамида в секцию концентрации в виде отдельных порций, данная секция может работать с нормальной скоростью.

В предпочтительном варианте осуществления сохраняется непрерывный поток карбамида, благода-

ря возможности поступления газа в секцию концентрации вместе с очищенным водным потоком карбамида. Это приводит к добавлению газа к указанному потоку. Соответствующим средством, обеспеченным на установке, является вход для газа в секцию концентрации, предпочтительно на том же конце или той же стороне, что и вход для жидкости в секцию концентрации, для приема очищенного водного раствора карбамида. Поток газа можно добавлять дополнительно в нижележащей точке в секции концентрации. В частности, в случае, если секция концентрации состоит из множества концентраторов, вход для газа можно располагать перед одним из концентраторов или на одном из концентраторов. В предпочтительном варианте осуществления газ добавляется непосредственно перед последним концентратором или прямо в него. Альтернативно, вход для газа располагается перед секцией концентрации в канале или устройстве, через который/которое в процессе эксплуатации проходит поток очищенного карбамида между секцией регенерации и секцией концентрации.

Добавляемый газ может быть любым газом, например, инертным газом, таким как воздух или азот. Газ служит для заполнения объема секции концентрации до желательного уровня. Газ занимает часть объема концентратора, тем самым эффективно уменьшая объем, занимаемый очищенным водным потоком карбамида. Это позволяет сократить продолжительность нахождения водного потока карбамида в секции концентрации. Предпочтительно газ является лишь частично растворимым в водном потоке карбамида. Таким образом, общее количество добавляемого газа превышает объем его растворимой части. Более предпочтительно газ является по существу нерастворимым в водном потоке карбамида. Чем ниже растворимость газа в водном потоке карбамида, тем эффективнее он будет сокращать продолжительность нахождения водного раствора карбамида в секции концентрации.

Соответственно, объем потока газа в вышеупомянутый вход для газа можно регулировать. Следует понимать, что это можно обеспечить простым присоединением потока газа к соответствующему источнику газа, снабженному регулятором объема, таким как измерительный прибор.

Указанный выше поток газа может применяться, например, следующим образом. Как правило, для работающей на полную мощность установки по производству карбамида (имеющей секции, указанные в настоящем описании) будет гарантирован определенный максимальный уровень содержания биурета в конечном продукте. В случае, если установка работает на пониженной мощности, объемная скорость очищенного раствора карбамида в единицу времени в секцию концентрации будет меньше. Специалист, знающий размеры и эксплуатационные параметры установки, сможет легко определить объем газа, который нужно добавить к очищенному раствору карбамида, чтобы компенсировать уменьшение объемной скорости. Можно также полагать, что независимо от того, эксплуатируется ли установка на пониженной мощности, продолжительность нахождения очищенного раствора карбамида в секции концентрации сокращается всего лишь добавлением газа в указанный раствор.

В особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения добавляемый газ не является инертным, а содержит аммиак. Это не является очевидным, так как установку по производству карбамида обычно проектируют так, чтобы регенерировать аммиак из карбамидного продукта, а особенно не допустить выпуск аммиака в атмосферу. Однако интересно, что современные установки по производству карбамида содержат один или более кислотных скрубберов, расположенных после участка доводки карбамида, которые служат для нейтрализации аммиака перед выпуском в атмосферу потоков газа, содержащих такой аммиак. Авторы изобретения осознали, что наличие таких скрубберов или других доступных устройств, применяющихся на установке по производству карбамида в целях снижения выбросов аммиака, фактически дают возможность добавления аммиака даже в поток карбамида, образующийся на установке. За счет добавления аммиака в секцию концентрации образование биурета дополнительно снизится. Это обусловлено тем, что реакция образования биурета из карбамида, в ходе которой образуется аммиак, является химически равновесной. За счет добавления аммиака равновесие будет смещаться в сторону исходного материала (а именно карбамида) и, соответственно, меньшее количество карбамида будет превращаться в биурет. Предпочтительно, чтобы газ состоял в основном из аммиака, и еще предпочтительнее, чтобы газ являлся аммиаком.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения продолжительность нахождения карбамида в секции концентрации контролируется путем механического изменения эффективного объема секции концентрации. Этого возможно достичь, например, путем устройства в секции выпаривания подвижного днища, подвижной стенки, или и того и другого, что позволит увеличивать или уменьшать объем в зависимости от направления их движения. Например, в случае вертикального трубчатого испарителя можно предусмотреть нижнюю плиту, способную двигаться вверх или вниз, например, с помощью выступов, входящих в соответствующие вертикальные рельсы, устроенные в стенке трубы. В альтернативном варианте осуществления во внутреннем объеме секции концентрации предусмотрено надувное устройство, такое как резиновый баллон или сильфон, способное расширяться так, чтобы эффективно уменьшать остающийся внутренний объем секции концентрации.

Следует понимать, что любые из описанных выше вариантов осуществления, а также альтернативные варианты осуществления можно комбинировать. В таком случае средство, предусмотренное на установке и обеспечивающее независимый контроль продолжительности нахождения очищенного раствора карбамида в секции концентрации, содержит сочетание технических мероприятий.

Настоящее изобретение во всех вариантах его осуществления возможно реализовать на установке любого типа для производства карбамида. Такие установки известны специалистам, см., например, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2010, A27, страницы 333-350 о карбамиде.

Предпочтительно, изобретение относится к способу получения карбамида в соответствии с таким стриппинг-процессом, который осуществляется в установке стриппинга карбамида.

В установке стриппинга карбамида разложение карбамата аммония, который не превратился в карбамид, и отгонка нормального избытка аммиака происходит главным образом при давлении, которое по существу почти равно давлению в реакторе синтеза. Это разложение и отгонка происходит в одном или более стрипперах, установленных после реактора, возможно с помощью стриппинг-газа, например, такого как диоксид углерода и/или аммиак, и с применением нагревания. Возможно также применение термического стриппинга. Термический стриппинг предполагает применение исключительно подачи тепла для разложения карбамата аммония и удаления аммиака и диоксида углерода, присутствующих в растворе карбамида. Поток газа, выходящий из стриппера, содержит аммиак и диоксид углерода, которые конденсируются в конденсаторе высокого давления, а затем возвращаются в зону синтеза карбамида.

Зона синтеза в установке стриппинга карбамида работает при температуре 160-240°C, а предпочтительно при температуре 170-220°C. Давление в реакторе синтеза составляет 12-21 МПа, предпочтительно 12,5-20 МПа, более предпочтительно 13-16 МПа. В данной области техники эти интервалы обычно считаются представляющими "высокое давление" (как, например, в обычном сочетании "конденсатор карбамата высокого давления"). Молярное общее отношение аммиака к диоксиду углерода (общее отношение N/C) в зоне синтеза карбамида установки стриппинга обычно составляет от 2,2 до 5, и предпочтительно от 2,5 до 4,5 моль/моль. Для полноты изложения отмечается, что зона синтеза обычно работает на основе как подачи исходных материалов - аммиака и диоксида углерода - извне, так и подачи рециркулированных исходных материалов, обычно содержащих рециркулированные аммиак и диоксид углерода в свободной форме, а также в форме карбамата аммония и/или биурета. Общее отношение N/C, которое является термином, употребляемом в данной области техники, относится к гипотетической смеси, в которой все исходные материалы превращаются в свободные аммиак и диоксид углерода.

Зона синтеза может содержать один реактор или множество реакторов, расположенных параллельно или последовательно. Помимо одного или более реакторов, секция синтеза содержит стриппер, конденсатор и скруббер, которые работают по существу при одном и том же давлении. Зона синтеза обычно называется секцией высокого давления (ВД).

В секции синтеза раствор карбамида, выходящий из реактора карбамида, подается в стриппер, в котором большое количество не вступивших в реакцию аммиака и диоксида углерода отделяется от водного раствора карбамида. Такой стриппер может представлять собой кожухотрубный теплообменник, в котором раствор карбамида подается в верхнюю часть со стороны трубок, а диоксид углерода, подаваемый на синтез, добавляется в нижнюю часть стриппера. Внутри кожуха добавляется пар высокого давления (ВД) для нагревания раствора путем косвенного теплообмена. Раствор карбамида выходит из теплообменника в нижней части, а паровая фаза выходит из стриппера в верхней части. Пар, выходящий из указанного стриппера, содержит аммиак, диоксид углерода и малое количество воды. Указанный пар конденсируется в теплообменнике с падающей пленкой или в затопленном конденсаторе, который может быть горизонтального типа или вертикального типа. Затопленный теплообменник горизонтального типа описан в вышеупомянутой публикации Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. A27, 1996, стр. 333-350.

После осуществления отгонки давление раствора карбамида, прошедшего отгонку, снижается в секции регенерации карбамида. В секции регенерации содержащиеся в растворе карбамида аммиак и диоксид углерода, не вступившие в реакцию, отделяются от карбамида и водного раствора. Секция регенерации обычно содержит нагреватель, секцию сепарации жидкости и газа, и конденсатор. Поступающий в секцию регенерации раствор карбамида нагревается для выпаривания летучих компонентов аммиака и диоксида углерода, а также воды из этого раствора. Как правило, в качестве нагревающего агента в нагревателе применяют водяной пар. Водный раствор карбамата аммония, образующийся в конденсаторе карбамата низкого давления в секции регенерации, работающей при меньшем давлении, чем давление в секции синтеза, предпочтительно возвращается в секцию синтеза карбамида, работающую под давлением синтеза. Секция регенерации обычно представляет собой одну секцию, либо может представлять собой множество секций регенерации, расположенных параллельно или последовательно. Секция регенерации содержит нагреватель, сепаратор жидкости и газа, и конденсатор. Давление в этой секции регенерации обычно составляет от 200 до 600 кПа. Эта секция обычно называется секцией регенерации низкого давления (НД) (или секцией рециркуляции; термины "секция регенерации" и "секция рециркуляции" в настоящем описании используются как взаимозаменяемые). В нагревателе секции регенерации основная масса аммиака и диоксида углерода отделяется от карбамида и водной фазы путем нагревания раствора карбамида. В качестве нагревающей среды обычно используют пар низкого давления (НД). Карбамид и водная фаза содержат малое количество растворенных аммиака и диоксида углерода, которые выходят из секции регенерации и подаются в расположенную после нее секцию обработки карбамида, где раствор карбамида концентрируется выпариванием воды из указанного раствора. Эта секция, т.е.

секция концентрации, часто называется секцией выпаривания и обычно содержит один или два испарителя, пары из которых конденсируются ниже по потоку и возвращаются в технологический процесс.

В некоторых вариантах осуществления наряду с секцией синтеза ВД и секцией регенерации НД имеется секция обработки среднего давления (СД). Например, в WO 02/090323 описаны способ и установка по производству карбамида со стриппингом диоксидом углерода, в которой имеется секция обработки СД параллельно с секцией стриппинга ВД. Аналогичное описание приведено в EP 2 086 928.

Существуют также технологические процессы, в которых секция обработки СД расположена последовательно, после секции синтеза карбамида. В этом смысле можно сослаться, например, на GB 1 542 371 и другие описания процессов стриппинга с аммиаком по технологии Snamprogetti и стриппинга самоочисткой.

В целом, настоящее изобретение представляет собой новый способ контроля образования биурета при производстве карбамида. Это достигается за счет сокращения или предотвращения образования биурета в секции концентрации, особенно в одном или более концентраторах или испарителях. Способ включает контроль продолжительности нахождения водного потока карбамида, обрабатываемого в такой секции концентрации, независимо от объема указанного потока, поступающего в указанную секцию концентрации в единицу времени. Продолжительность нахождения можно контролировать, например, обеспечив регулирование объема секции концентрации или добавляя газ в поток карбамида, подлежащий обработке. Можно применять также сочетание таких мероприятий.

При рассмотрении в настоящем описании компонентов установки по производству карбамида, включая оборудование, зоны и секции такой установки, специалисту будет понятно, как осуществлять способ производства карбамида с использованием этих компонентов. Даже если явные указания отсутствуют, специалисту будет понятно взаимное расположение таких компонентов. Например, специалисту будет понятно следующее: установка по производству карбамида обычно содержит связи по текучей среде и линии для технологических потоков (производственные потоки карбамида), включая, как правило, контур рециркуляции. Он служит для синтеза и получения карбамида, и оптимального использования реагентов за счет рециркуляции не вступивших в реакцию аммиака и диоксида углерода. Установка по производству карбамида также содержит соединения и линии систем обеспечения, включая, как правило, паровой контур. Он служит для подачи тепла туда, где это необходимо в установке, и для оптимального использования имеющейся энергии за счет циркуляции пара, полученного в одной части установки, в другую ее часть, где можно извлечь пользу из теплообмена с участием этого пара. Таким образом, даже если явные указания отсутствуют, специалист по производству карбамида обычно сможет различить, какие потоки являются потоками жидкости, а какие потоками газа, и через какие каналы, трубопроводы или линии осуществляется их транспортировка и/или рециркуляция в установке.

Там, где в настоящем описании речь идет о "связи по текучей среде", это относится к любой связи между первой частью или секцией установки и второй частью или секцией установки, через которую текущие среды, т.е. газы, жидкости или сверхкритические жидкости, и более конкретно, жидкости могут перетекать из первой части установки во вторую часть установки. Такая связь по текучей среде обычно обеспечивается хорошо известными специалистам трубопроводными системами, шлангами или другими устройствами для транспортировки текучих сред.

Там, где в настоящем описании речь идет о "связи по газовому потоку", это относится к соединению между первой частью или секцией установки и второй частью или секцией установки, через которую газ или пары, особенно водяные пары, могут перетекать из первой части установки во вторую часть установки. Такие газопроводные линии обычно содержат хорошо известные специалистам трубопроводные системы или другие устройства для транспортировки газов, и работающие при давлениях выше или ниже (вакуум) атмосферного давления, как потребуется.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ производства карбамида, включающий:

- a) создание условий для образования карбамида из аммиака и диоксида углерода в секции синтеза карбамида с получением водного потока карбамида;
- b) подачу водного потока карбамида в секцию регенерации;
- c) извлечение из водного потока карбамида в секции регенерации не вступивших в реакцию аммиака и диоксида углерода из указанного водного потока карбамида с получением регенерированных аммиака и диоксида углерода и очищенного водного потока карбамида;
- d) рециркуляцию указанных регенерированных аммиака и диоксида углерода в секцию синтеза;
- e) подачу очищенного водного потока карбамида в секцию концентрации;
- f) удаление воды из очищенного водного потока карбамида в секции концентрации с получением потока концентрированного карбамида;

при этом продолжительность нахождения очищенного водного потока карбамида в секции концентрации контролируют независимо от объемного расхода очищенного водного потока карбамида, поступающего в секцию концентрации в единицу времени.

2. Способ по п.1, в котором очищенный водный поток карбамида смешивают с газом при поступлении или перед поступлением в секцию концентрации.

3. Способ по п.2, в котором количество добавляемого газа больше, чем количество газа, который растворяется в водном потоке карбамида, причем газ предпочтительно является, по существу, нерастворимым в водном потоке карбамида.

4. Способ по п.3, в котором газ выбран из группы, состоящей из воздуха, азота и их смесей.

5. Способ по п.2, в котором газ содержит аммиак.

6. Способ по п.5, в котором газ состоит по существу из аммиака.

7. Способ по любому одному из предшествующих пунктов, в котором водный поток концентрированного карбамида имеет концентрацию выше 90 мас.%, предпочтительно выше 95 мас.%.

8. Установка для производства карбамида способом по любому из пп.1-7, содержащая секцию синтеза карбамида, имеющую вход для аммиака и диоксида углерода и выход для водного раствора карбамида, причем указанный выход находится в связи по текучей среде с секцией регенерации, имеющей вход для водного раствора карбамида, выход для рециркуляции аммиака и диоксида углерода и выход для очищенного водного потока карбамида, причем указанный выход для рециркуляции аммиака и диоксида углерода находится в связи по текучей среде со входом секции синтеза и указанный выход для очищенного водного потока карбамида находится в связи по текучей среде со входом секции концентрации; при этом указанная секция концентрации имеет выход для пара или пароконденсата и выход для потока концентрированного карбамида, при этом установка выполнена с возможностью регулирования продолжительности нахождения очищенного водного потока карбамида в секции концентрации независимо от объемного расхода очищенного водного потока карбамида, поступающего в секцию концентрации в единицу времени.

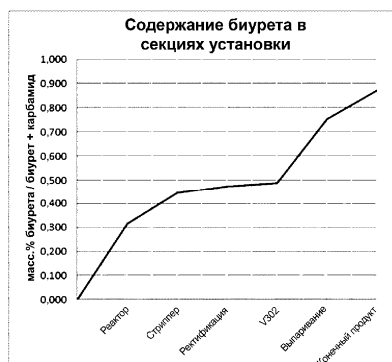
9. Установка по п.8, в которой секция концентрации выполнена с возможностью механического изменения эффективного объема секции концентрации для регулирования продолжительности нахождения карбамида в секции концентрации путем механического изменения эффективного объема секции концентрации.

10. Установка по п.9, в которой внутренний объем секции концентрации содержит надувное устройство, в частности баллон.

11. Способ создания установки для производства карбамида по любому из пп.8-10, которая содержит секцию синтеза карбамида, имеющую вход для аммиака и диоксида углерода и выход для водного раствора карбамида, причем указанный выход находится в связи по текучей среде с секцией регенерации, имеющей вход для водного раствора карбамида, выход для рециркуляции аммиака и диоксида углерода и выход для очищенного водного потока карбамида, причем указанный выход для рециркуляции аммиака и диоксида углерода находится в связи по текучей среде со входом секции синтеза, и указанный выход для очищенного водного потока карбамида находится в связи по текучей среде со входом секции концентрации; при этом указанная секция концентрации имеет выход для пара или пароконденсата и выход для потока концентрированного карбамида, в котором установка выполнена с возможностью регулирования продолжительности нахождения очищенного водного потока карбамида в секции концентрации независимо от объемного расхода очищенного водного потока карбамида, поступающего в секцию концентрации в единицу времени.

12. Способ по п.11, в котором регулирование продолжительности нахождения очищенного водного потока карбамида в секции концентрации выполняют с помощью механического изменения эффективного объема секции концентрации.

13. Способ по п.12, в котором секция концентрации в своем внутреннем объеме содержит надувное устройство, в частности баллон.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2