

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040927**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.08.18

(21) Номер заявки
202090009

(22) Дата подачи заявки
2017.04.28

(51) Int. Cl. **C07C 273/04** (2006.01)
C07C 273/16 (2006.01)
B01D 53/58 (2006.01)

(54) **КОНТРОЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ БИУРЕТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБАМИДА**

(31) **16168119.2**

(32) **2016.05.03**

(33) **EP**

(43) **2020.03.26**

(62) **201892504; 2017.04.28**

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

(72) Изобретатель:
Мостерт Елко (NL)

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

(56) Jozef H. Meessen: "Urea" In:
"Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry",
15 October 2010 (2010-10-15), Wiley-VCH Verlag
GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany,
XP055017973, ISBN: 978-3-52-730673-2 DOI:
10.1002/14356007.a27_333.pub2, page 677 - page
688; figure 27 page 668

US-A-3211788

GB-A-959358

WO-A1-2011012324

WO-A1-2011099844

(57) Описан новый способ контроля образования биурета при производстве карбамида, а конкретно - уменьшение, предотвращение или направление обратно такого образования. Это достигается путем добавления жидкого аммиака к водному потоку карбамида. Это добавление проводится в одном или более положений после секции регенерации в установке по производству карбамида. Добавление жидкого аммиака служит для смещения равновесия образования биурета из карбамида в сторону образования карбамида из биурета и аммиака. Настоящее изобретение возможно выполнить также в существующей установке по производству карбамида путем простых действий, состоящих в обеспечении подходящего входа для жидкого аммиака, находящегося в связи по текучей среде с источником такого жидкого аммиака.

B1

040927

040927

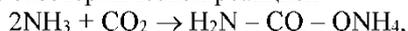
B1

Область применения изобретения

Настоящее изобретение относится к области производства карбамида и касается контроля количества биурета, получаемого как побочный продукт. 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.

Продуктом секции концентрации является концентрированный водный поток карбамида, который часто называют плавом карбамида. Этот плав карбамида пригоден для преобразования в твердый продукт в доводочной секции карбамида. Плав карбамида обычно имеет концентрацию карбамида выше 90 мас.%, предпочтительно выше 95 мас.%, например, выше 97 мас.%. Из доводочной секции карбамида обычно сбрасывается поток газа, который содержит аммиак. Для предотвращения выбросов аммиака современные установки по производству карбамида содержат секцию снижения содержания аммиака (также известную как секция по удалению аммиака), например секцию нейтрализации аммиака. Обычно такая секция нейтрализации содержит один или более кислотных скрубберов.

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 большего 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. Кроме того, было бы желательным обеспечить способ контроля образования биурета, который возможно реализовать в уже существующей установке по производству карбамида без существенной, дорогостоящей модификации такой установки.

В патенте США №3211788 описан способ производства твердого карбамида из безводного плава карбамида, который направлен на удержание и перенос расплавленного карбамида при минимальном образовании биурета. В соответствии с таким способом безводный раствор аммиака и карбамида образуется в точке образования безводного плава карбамида путем выпаривания водного раствора карбамида после процесса синтеза. Для этой цели безводный поток расплава, имеющий температуру в интервале 135-145°C и давление, предпочтительно выше 1,4 МПа (выше 200 фунтов/кв.дюйм), подается в аммонизатор. Поток исходного аммиака также подают в аммонизатор. Остаток нерастворенного аммиака удаляют из верхней части аммонизатора. Такое удаление из верхней части аммонизатора может происходить только при условии, что аммиак представляет собой газовую фазу. Аммиачно-карбамидный раствор удаляют из нижней части аммонизатора и передают в устройство затвердевания, которое может быть физически расположено на значительном расстоянии. Тот факт, что плава карбамида передают в устройство затвердевания в виде аммиачно-карбамидного раствора, позволяет свести к минимуму образование биурета во время такой передачи.

В GB 959358 описан способ получения карбамида в приллах, который позволяет уменьшить образование биурета. Согласно способу, описанному в GB 959358, дегазированный выходной поток из реактора, содержащий карбамид, подается из зоны первичной очистки в зону вторичной очистки, в которой выходной поток нагревается при заданных условиях температуры и давления. Образование биурета минимизировано путем содержания плава карбамида в зоне конверсии при давлении аммиака 1-10 МПа (10-100 атм.) и температуре 133-191°C (272-375°F) в течение периода времени, достаточного для достижения равновесия между аммиаком - биуретом - карбамидом, чтобы получить плава, содержащий 0,1-0,3 мас.% биурета, который затем передается в зону приллирования. Дальнейшее снижение концентрации биурета происходит при контакте плава карбамида с газом, содержащим аммиак, при температуре выше температуры плавления чистого карбамида, в течение периода времени, достаточного для достижения равновесия между реагирующими аммиаком и биуретом, и карбамидом.

Сущность изобретения

Для того чтобы лучшим образом решить одну или более из указанных выше проблем, настоящее изобретение предусматривает в одном аспекте 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; указанная секция концентрации имеет выход для пара или пароконденсата и выход для концентрированного потока карбамида, который находится в связи по текучей среде с доводочной секцией для концентрированного потока карбамида, причем указанная доводочная секция содержит выход газа, соединенный по газовому потоку с секцией снижения содержания, такой как секция нейтрализации, выбросов газа, содержащих аммиак, причем установка содержит после секции регенерации (например, в секции концентрации или в доводочной секции) питающий элемент для подачи жидкого аммиака на вход для жидкого аммиака.

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 с входом секции синтеза, причем указанный выход для очищенного водного потока карбамида находится в связи по текучей среде со входом секции концентрации; указанная секция концентрации имеет выход для пара или пароконденсата или другой среды теплообмена и выход для концентрированного потока карбамида, который находится в связи по текучей среде с доводочной секцией для концентрированного потока карбамида, причем указанная доводочная секция содержит выход газа, соединенный по газовому потоку с секцией снижения содержания, такой как секция нейтрализации, для выбросов газа, содержащих аммиак, причем способ модернизации содержит добавление питающего элемента для подачи жидкого аммиака на вход для жидкого аммиака после секции регенерации.

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. График показывает, что дополнительно к общепринятому представлению о том, что биурет образуется, главным образом, в стриппере, значительное количество биурета образуется в секциях выпаривания (т.е. концентрации) и доводки.

Осуществление изобретения

Настоящее изобретение основано, в общем смысле, на разумном понимании значения добавления аммиака для снижения образования биурета. Реакция образования биурета из карбамида, в ходе которой образуется аммиак, является химическим равновесием. При добавлении аммиака в водный поток карбамида, который находится в условиях образования биурета, равновесие будет смещено в пользу обратной реакции, т.е. в сторону исходного материала (а именно, карбамида). В результате образование биурета будет снижено, предотвращено или даже направление реакции изменится. Следует понимать, что степень, в которой образование биурета можно предотвратить или изменить, будет зависеть от количества добавленного аммиака, продолжительности нахождения смеси карбамида и аммиака, и температуры. Например, в случае добавления жидкого аммиака после секции концентрации, например, к водному потоку концентрированного карбамида (такому как плав карбамида с 2-5 мас.% воды), подходящая концентрация аммиака после добавления находится в интервале от 500 до 5000 м.д. по массе. Типичная температура, таким образом, находится в интервале от 130 до 140°C.

Добавление аммиака в процесс получения карбамида не является очевидным, так как установку по производству карбамида обычно проектируют так, чтобы регенерировать аммиак из карбамидного продукта, а в особенности предотвратить 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 выяснили, 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.

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 сейчас полагают, не желая ограничиваться теорией, что значительная часть биурета образуется в секции концентрации и/или доводочной секции.

В соответствии с настоящим изобретением, указанный выше предподход реализуется в форме контроля образования биурета на стадии технологического процесса, где образуется поток концентрированного карбамида (плав карбамида).

Изобретение можно легко реализовать в любой установке по производству карбамида. Такая установка будет, как правило, содержать по меньшей мере следующие секции: секцию синтеза карбамида, секцию регенерации и секцию концентрации. Как правило, установка по производству карбамида будет также содержать доводочную секцию, расположенную после секции концентрации, в которой плав 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 уровне 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 этом 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 содер-

жит одну или более секций, работающих под давлением ниже 7 МПа. Ими 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 отметим, что секция синтеза будет также содержать, например, в реакторе, выход газа для выпуска инертных газов (через который будет также испускаться часть не вступившего в реакцию газообразного аммиака и диоксида углерода), которые, как правило, будут направлены в скруббер высокого давления. 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 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) с 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 плавом карбамида, который пригоден для преобразования в твердую продукцию в секции доводки карбамида. Плав карбамида обычно имеет концентрацию карбамида выше 90 мас.%, предпочтительно выше 95 мас.%, например, выше 97 мас.%. Плав карбамида направляют в доводочную секцию, в которой он, как правило, приобретает твердую форму, такую как приллы или гранулы.

Настоящее изобретение во всех вариантах его осуществления возможно реализовать на установке любого типа для производства карбамида. На практике, ввиду общих требований к выбросам аммиака, настоящее изобретение можно осуществить в установке по производству карбамида, имеющей секцию, такую как секция нейтрализации снижения содержания выбросов газа, содержащего аммиак. Как правило, такая секция представляет собой секцию снижения содержания аммиака, содержащую один или более из, например, абсорберов, печей для сжигания и скрубберов; скрубберы могут представлять собой, например, кислотные скрубберы. В кислотных скрубберах поток газа, содержащего аммиак, вступает в контакт со слабой или сильной кислотой. Примеры включают уксусную кислоту, азотную кислоту, серную кислоту. Поглотители могут содержать твердые адсорбенты, см., например, WO 2011/099844.

Установки по производству карбамида известны специалистам (см., например, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2010, A27, страницы 333-350 о карбамиде).

Добавление жидкого аммиака в соответствии с настоящим изобретением происходит после секции или секций регенерации. В этом месте выводится очищенный водный поток карбамида, к которому можно добавлять жидкий аммиак.

Жидкий аммиак можно добавлять в бак для хранения карбамида, который, как правило, предусмотрен перед секцией концентрации. С этой целью резервуар для хранения карбамида будет содержать вход для жидкого аммиака, который будет находиться в связи по текучей среде с источником указанного жидкого аммиака.

Добавление жидкого аммиака также можно осуществлять в секции концентрации. В этом случае один или более концентраторов (как правило: испарителей) будут оснащены входом для жидкого аммиака. Данный вход будет соединен, через связь по текучей среде, с источником жидкого аммиака.

Предпочтительно, жидкий аммиак добавляют после секции концентрации. В этом месте выводится концентрированный водный поток карбамида, как правило, имеющий концентрацию карбамида более 90 мас.% (плав карбамида, как описано выше в настоящем документе). В данном варианте осуществления жидкий аммиак можно добавлять еще перед доводочной секцией, или в доводочную секцию.

Жидкий аммиак также можно добавлять более чем по одному способу, т.е. в любом сочетании указанных выше мест добавления.

В предпочтительном варианте осуществления 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 тер-

мического 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 отношение аммиака к диоксиду углерода в валовом исчислении (валовое 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, употребляемым 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 2086928.

Существуют также технологические процессы, в которых секция обработки СД расположена последовательно, после секции синтеза карбамида. В этом смысле можно сослаться, например, на GB 1542371 и другие описания процессов стриппинга с аммиаком по технологии Snaprogetti и стриппинга самоочисткой.

В установках стриппинга карбамида обычно образуется больше биурета, чем в распространенных прямоточных установках. Большое преимущество настоящего изобретения заключается в том, что при условии добавления достаточного количества аммиака и обеспечения достаточной продолжительности нахождения водного потока карбамида в контакте с аммиаком, также можно снизить количество биурета, образующегося в секции синтеза (такой как стриппер).

Важное преимущество настоящего изобретения заключается в простоте действий для добавления жидкого аммиака. Настоящее изобретение может осуществляться в новой (созданной с начала) установке, а также в существующей установке. В последнем случае никаких значительных изменений и крупных инвестиций не требуется. Настоящее изобретение требует только простых действий, состоящих в создании входа для жидкого аммиака после секции регенерации, как описано выше в настоящем документе. Не существует препятствий для легкого обеспечения дополнительного входа для жидкости (например, путем сверления отверстия в трубе или сосуде, и его соединения с источником аммиака).

В целом настоящее изобретение обеспечивает новый способ контроля образования биурета при производстве карбамида, а конкретно уменьшение, предотвращение образования или обратное протекание реакции. Это достигается путем добавления жидкого аммиака к водному потоку карбамида. Это добавление проводится в одном или более положений после секции регенерации в установке по производству карбамида. Добавление жидкого аммиака служит для смещения равновесия образования биурета из карбамида в сторону образования карбамида из биурета и аммиака. Настоящее изобретение возможно выполнить также в существующей установке по производству карбамида путем простых действий, состоящих в обеспечении подходящего входа для жидкого аммиака, находящегося в связи по текучей среде с источником такого жидкого аммиака.

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 требуется.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Установка для производства карбамида, 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 с входом секции синтеза, секции регенерации, и указанный выход для очищенного водного потока карбамида находится в связи по текучей среде с входом секции концентрации; указанная секция концентрации имеет выход для пара или пароконденсата и выход для концентрированного потока карбамида, который находится в связи по текучей среде с доводочной секцией для концентрированного потока карбамида, причем указанная доводочная секция содержит выход газа, соединенный по газовому потоку с секцией снижения содержания аммиака для выбросов газа, содержащих аммиак, причем уста-

новка содержит питающий элемент для подачи жидкости, содержащей аммиак, к концентрированному потоку карбамида, расположенный после секции концентрации и находящийся в связи по текучей среде с источником жидкого аммиака.

2. Установка по п.1, в которой секция снижения содержания аммиака представляет собой секцию нейтрализации аммиака.

3. Установка по п.2, в которой секция нейтрализации аммиака содержит один или более кислотных скрубберов.

4. Установка по любому из пп.1-3, в которой секция синтеза представляет собой секцию синтеза высокого давления и содержит реактор, стриппер, который использует диоксид углерода в качестве стриппинг-газа, и конденсатор.

5. Установка по любому из пп.1-4, в которой питающий элемент выполнен с возможностью подачи жидкости, содержащей аммиак, в доводочную секцию.

6. Способ модернизации 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; указанная секция концентрации имеет выход для пара или пароконденсата и выход для концентрированного потока карбамида, который находится в связи по текучей среде с доводочной секцией для концентрированного потока карбамида, причем указанная доводочная секция содержит выход газа, соединенный по газовому потоку с секцией снижения содержания аммиака для выбросов газа, содержащих аммиак, причем способ включает присоединение к установке питающего элемента для подачи жидкости, содержащей аммиак, к концентрированному потоку карбамида после секции концентрации, находящийся в связи по текучей среде с источником жидкого аммиака, с получением установки по п.1.

7. Способ по п.6, в котором секция снижения содержания аммиака представляет собой секцию нейтрализации аммиака, предпочтительно содержащую один или более кислотных скрубберов.

