

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **034476**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.02.12**

(21) Номер заявки  
**201790654**

(22) Дата подачи заявки  
**2013.05.02**

(51) Int. Cl. **C07C 273/04** (2006.01)  
**B01D 47/00** (2006.01)  
**B01D 5/00** (2006.01)

---

(54) **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОНТУР ВЫПАРИВАНИЯ И КОНДЕНСАЦИИ ДЛЯ  
УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА МОЧЕВИНЫ, СПОСОБ МОДИФИКАЦИИ  
СУЩЕСТВУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА МОЧЕВИНЫ С ЕГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ**

---

(31) **12166575.6**

(32) **2012.05.03**

(33) **EP**

(43) **2017.07.31**

(62) **201401210; 2013.05.02**

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

(72) Изобретатель:  
**Меннен Йоханнес Хенрикус, Мессен  
Йозеф Хюберт (NL)**

(74) Представитель:  
**Чекалкин А.Ю., Фелицына С.Б. (RU)**

(56) **US-A-4613697  
US-A-4256662  
US-A-5176800  
US-A1-20070287863**

---

(57) Согласно изобретению дополнительный рециркуляционный контур выпаривания и конденсации, проходящий от секции очистки от пыли и к ней, вводится в установку для производства мочевины, которая содержит традиционные секции синтеза и извлечения, выпаривания и конденсации, конечной обработки мочевины и очистки от пыли. Данный рециркуляционный контур приводит к более благоприятному энергопотреблению установки.

---

**034476**

**B1**

**034476**

**B1**

### Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к области производства мочевины и, в частности, относится к производству твердых частиц мочевины (конечная обработка мочевины). В частности, изобретение относится к уменьшению энергопотребления в таком способе. Изобретение также относится к дополнительному контуру выпаривания и конденсации для установки производства мочевины, к способу модификации существующей установки производства мочевины с его использованием, а также к его применению для повышения мощности существующей установки производства мочевины.

### Уровень техники

Мочевину, как правило, получают из аммиака и диоксида углерода. Она может быть получена с помощью введения в зону синтеза мочевины избытка аммиака вместе с диоксидом углерода при давлении в диапазоне от 12 до 40 МПа и температуре в диапазоне от 150 до 250°C. Происходящее образование мочевины лучше всего может быть представлено в виде двух последовательных стадий реакции, причем на первой стадии образуется карбамат аммония в соответствии с экзотермической реакцией:



после которой образованный карбамат аммония обезвоживается на второй стадии с получением мочевины в соответствии с эндотермической равновесной реакцией:



Степень, до которой эти реакции протекают, зависит, среди прочего, от температуры и использованного избытка аммиака. Продукт реакции, полученный в растворе для синтеза мочевины, по существу состоит из мочевины, воды, несвязанного аммиака и карбамата аммония. Карбамат аммония и аммиак удаляют из раствора и, как правило, возвращают в зону синтеза мочевины.

В дополнение к вышеупомянутому раствору в зоне синтеза мочевины образуется газовая смесь, которая состоит из непрореагировавших аммиака и диоксида углерода вместе с инертными газами, так называемые отходящие газы реактора. Секция синтеза мочевины может содержать отдельные зоны для образования карбамата аммония и мочевины. Эти зоны также могут быть объединены в одном устройстве.

Уровнем техники настоящего изобретения является установка для производства мочевины, содержащая следующие секции: (А) секцию синтеза и рециркуляции (извлечения); причем указанная секция сообщается по текучей среде с секцией (В) выпаривания, причем указанная секция выпаривания сообщается по текучей среде с секцией (С) конечной обработки; причем указанная секция (С) конечной обработки имеет линию подачи газа в секцию (D) очистки от пыли; при этом секция (В) выпаривания дополнительно содержит линию подачи газа в секцию (Е) конденсации. Указанная секция (Е) конденсации сообщается по текучей среде с секцией (F) очистки технологического конденсата. Традиционная установка показана на фиг. 1.

Из секции (А) синтеза и извлечения выходит раствор (3), состоящей главным образом из мочевины и воды, однако загрязненный небольшими остаточными количествами карбамата аммония и небольшим остатком избыточного аммиака. Типичный состав этого раствора (3) представлен 60-85 мас.%, мочевины, 0,1-2,5 мас.%, карбамата аммония, 0,1-2,5 мас.%, аммиака.

В секции (В) выпаривания, указанный раствор (3) разделяют на (жидкий) концентрированный плав (4) мочевины и газообразный поток (11). Как правило, плав мочевины в данной секции концентрируют до конечной влажности 0,2-5,0 мас.%. Секцию выпаривания эксплуатируют в условиях вакуума. Она может содержать один или несколько выпаривателей, подключенных последовательно. Небольшое количество остаточного карбамата аммония, присутствующего в подаваемом на выпаривание потоке (3), будет разлагаться на  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$  в этих выпаривателях. В данных условиях вакуума эти  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$  впоследствии в основном переносятся в газообразный поток (11). Кроме того, небольшое количество избыточного аммиака, присутствующее в подаваемом на выпаривание потоке (3), испаряется в этих условиях вакуума и поступает в газовый поток (11).

Секция (С) конечной обработки может быть представлена башней приллирования или секцией гранулирования. Секция гранулирования может включать гранулирование в псевдооживленном слое или барабанное гранулирование, или чашечное гранулирование, или любое другое аналогичное и известное устройство гранулирования. Основная функция данной секции конечной обработки заключается в превращении плава (4) мочевины в поток затвердевших частиц (5). Эти затвердевшие частицы, обычно называемые "приллы" или "гранулы", являются основным потоком продукта из установки производства мочевины. В любом случае, для превращения мочевины из жидкой фазы в твердую фазу, теплота кристаллизации должна быть отведена. Более того, как правило, некоторая дополнительная теплота отводится из затвердевших частиц мочевины, чтобы охладить их до температуры, которая подходит для безопасного и удобного хранения и транспортировки данного конечного продукта. В результате, общее отведение теплоты в секции конечной обработки обычно достигается двумя способами: (i) с помощью выпаривания воды. Данная вода поступает в секцию конечной обработки либо как часть плава мочевины, или распыляется в виде жидкой воды в соответствующем месте в процессе конечной обработки; (ii) с помощью охлаждения воздухом. Обычно большая часть теплоты кристаллизации/охлаждения удаляется

с помощью охлаждения воздухом. Охлаждающий воздух подается в секцию конечной обработки по линии (6); по природе охлаждающего воздуха он нагревается и выходит из секции конечной обработки по линии (7). Обычно используют количество воздуха, равное от 3 до 30 кг воздуха на кг конечного затвердевшего продукта.

В секции (С) конечной обработки воздух входит в прямой контакт с плавом мочевины и с затвердевшими частицами мочевины. Это непроизвольно приводит к некоторому загрязнению воздуха некоторым количеством пыли мочевины. В зависимости от характера секции конечной обработки (приллирование/гранулирование, тип гранулирования, выбранные условия гранулирования) количество пыли, присутствующей в воздухе, может широко варьировать, отмечены значения в диапазоне от 0,05 до 10% (относительно потока конечного продукта). Это присутствие пыли в потоке (7) воздуха обычно вызывает необходимость системы (D) удаления пыли, либо по экологическим либо по экономическим соображениям, перед тем, как воздух может быть выпущен обратно в атмосферу.

В секции (D) очистки от пыли очистка от пыли обычно осуществляется с помощью циркулирующего раствора мочевины в качестве промывающего агента. Вдобавок к этому обычно также используют очистку пресной водой. Воздух, входящий по линии (7), по своей природе воздуха для охлаждения в секции (С) конечной обработки, является горячим. Поэтому значительное количество воды будет испаряться в секции (D) очистки от пыли. Эти потери воды восполняются подачей пресной воды по линии (10). Вода, используемая для этой цели в линии (10), должна быть свободна от каких-либо летучих компонентов (таких как, например,  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$ ), поскольку любые летучие компоненты в секции (D) очистки от пыли будут поступать в воздух, и, таким образом, приведут к загрязнению воздушного потока (8), который возвращается в атмосферу. Такое загрязнение было бы нежелательным с экологической точки зрения.

В секции (D) очистки от пыли получают выпускаемый поток (9) раствора мочевины. Этот выпускаемый поток (9) обычно имеет концентрацию 10-60% (по массе) мочевины. Для того, чтобы подвергнуть повторной обработке мочевины, присутствующую в этом выпускаемом потоке, выпускаемый поток (9) возвращают в секцию (B) выпаривания, где он дополнительно концентрируется, и затем рециклируют в секцию (С) конечной обработки. Очищенный воздух выпускают в атмосферу из секции очистки от пыли по линии (8).

Поток (11) пара, поступающий из секции (B) выпаривания, который, как правило, загрязнен небольшими количествами  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$ , направляют в секцию (E) конденсации. В зависимости от конструкции секции выпаривания это может осуществляться в виде одного газового потока или в виде нескольких газовых потоков. В любом случае, газовый поток (потоки) 11 конденсируют в секции E с помощью известных способов вакуумной конденсации, как правило, с помощью сочетания кожухотрубных теплообменников с водяным охлаждением и паровых вакуумных эжекторов. Для этих вакуумных эжекторов требуется пар (поток S1). Конденсированные газовые потоки удаляют из секции конденсации в виде водного раствора (12).

Водный раствор (12) подают в секцию (F) очистки технологического конденсата. Водный раствор (12) из секции конденсации содержит в основном воду, однако эта вода загрязнена  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$ , поступающими из газового потока (11). Кроме того, на практике, водный раствор (12) содержит некоторое количество мочевины, в результате увлечения мочевины в газовую фазу в секции (B) выпаривания. Из-за наличия этих загрязнителей вода должна очищаться по экологическим и/или экономическим причинам перед удалением из процесса. Обычно такая секция (F) очистки технологического конденсата содержит секцию глубокого гидролиза, в которой любое присутствующее количество мочевины превращается в  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$ , и секцию парового стриппинга для удаления  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$  из воды. Как глубокий гидролиз, так и операция парового стриппинга требуют значительного количества пара. Этот пар обозначен (S2) на фиг. 1. В области техники существует постоянное желание привести к минимуму необходимое для этой цели количество пара. Кроме того, существует постоянное желание привести к минимуму количество воды, подлежащей очистке в данной секции (F), поскольку меньшее количество очищаемой воды позволит привести к минимуму размеры единиц оборудования, необходимые в данной секции, и, таким образом, привести к минимуму требуемые капиталовложения для данной секции очистки технологического конденсата.

$\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$ , удаленные из сбрасываемой воды, рециркулируют в секцию A по линии (13). Данный рециркуляционный поток (13) может быть либо жидкостью, либо газом, но в любом случае, как правило, содержит также некоторое количество воды. Очищенная вода покидает секцию очистки технологического конденсата по линии (14). Данная очищенная вода может быть очень хорошим источником воды для использования в секции (D) очистки от пыли. В этом случае количество воды, образованное в секции (F), как правило, больше, чем количество воды, необходимое в секции (D), так что остается некоторое количество сбрасываемого потока (15) очищенной воды.

#### **Раскрытие изобретения**

Для более эффективного решения одной или более из перечисленных выше задач, изобретение, в одном аспекте, предлагает дополнительный контур выпаривания и конденсации, предназначенный для модификации существующей установки производства мочевины, содержащей секцию (A) синтеза и из-

влечения; причем указанная секция сообщается по текучей среде с секцией (В) выпаривания, причем указанная секция выпаривания сообщается по текучей среде с секцией (С) конечной обработки и имеет линию подачи газа в секцию (Е) конденсации; указанная секция (С) конечной обработки имеет линию подачи газа в секцию (D) очистки от пыли; причем указанный дополнительный контур выпаривания и конденсации содержит дополнительную секцию (G) выпаривания, выполненную с возможностью размещения ниже по потоку от секции (D) очистки от пыли, и указанная дополнительная секция (G) выпаривания выполнена с возможностью сообщения по текучей среде с секцией (С) конечной обработки; при этом дополнительная секция (G) выпаривания имеет линию подачи газа к дополнительной секции (H) конденсации, причем дополнительная секция (H) конденсации выполнена с возможностью сообщения по текучей среде с секцией (D) очистки от пыли.

Изобретение в другом аспекте представляет способ модификации существующей установки производства мочевины, которая содержит секцию (А) синтеза и извлечения, которая сообщается по текучей среде с секцией (В) выпаривания, причем указанная секция выпаривания сообщается по текучей среде с секцией (С) конечной обработки и имеет линию подачи газа в секцию (Е) конденсации; причем указанная секция (С) конечной обработки имеет линию подачи газа в секцию (D) очистки от пыли; способ включает в себя стадию, на которой в установку добавляют дополнительный контур выпаривания и конденсации в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения, при этом секцию (G) выпаривания, располагают ниже по потоку от секции (D) очистки от пыли, причем указанную дополнительную секцию (G) выпаривания располагают таким образом, чтобы она сообщалась по текучей среде с секцией (С) конечной обработки; при этом дополнительная секция (G) выпаривания имеет линию подачи газа к дополнительной секции (H) конденсации, и дополнительную секцию (H) конденсации располагают так, что она сообщается по текучей среде с секцией (D) очистки от пыли.

В еще одном аспекте изобретение предлагает применение дополнительного контура выпаривания и конденсации в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения, проходящего от секции (D) очистки от пыли и к ней, для повышения мощности существующей установки производства мочевины, которая содержит секцию (А) синтеза и извлечения, которая сообщается по текучей среде с секцией (В) выпаривания, причем указанная секция выпаривания сообщается по текучей среде с секцией (С) конечной обработки и имеет линию подачи газа к секции (Е) конденсации; причем указанная секция (С) конечной обработки имеет линию подачи газа к секции (D) очистки от пыли.

#### **Краткое описание чертежей**

На фиг. 1 приведено схематическое изображение традиционной установки для производства мочевины;

на фиг. 2 приведено схематическое изображение установки для производства мочевины, модифицированной согласно варианту осуществления изобретения.

#### **Осуществление изобретения**

В широком смысле изобретение основано на разумном озарении целесообразности включения дополнительного рециркуляционного контура выпаривания и конденсации в способ. Дополнительный рециркуляционный контур выпаривания и конденсации, как определено, неожиданно снижает энергопотребление ниже по потоку от секции (Е) конденсации. Обычно ниже по потоку от секции конденсации (Е) находится секция (F) очистки технологического конденсата.

Дополнительный рециркуляционный контур выпаривания и конденсации предусмотрен за счет добавления второй секции (G) выпаривания и второй секции (H) конденсации в установку. В частности, жидкости, полученные во второй секции конденсации, используют в секции (D) очистки от пыли.

Там, где в данном описании говорится о "сообщении по текучей среде", - это относится к любому соединению между первой частью или секцией установки и второй частью или секцией установки, с помощью которого текучие среды, в частности жидкости, могут поступать из первой части установки во вторую часть установки. Такое сообщение по текучей среде обычно обеспечивается системами трубопроводов, шлангов или других хорошо известных специалисту устройств для транспортировки текучих сред.

Там, где в данном описании говорится о "линиях подачи газа", - это относится к любому соединению между первой частью или секцией установки и второй частью или секцией установки, с помощью которого газ или пары, в частности водяные пары, могут поступать из первой части установки во вторую часть установки. Такие линии подачи газа обычно включают в себя системы трубопроводов или другие, хорошо известные специалисту устройства для транспортировки газов, при необходимости в условиях выше или ниже (вакуум) атмосферного давления.

Изобретение может применяться как для создания новых установок для производства мочевины (установок "нового типа"), так и для модернизации существующих установок производства мочевины.

В случае вновь построенной установки производства мочевины, необходимые капиталовложения для секции (F) очистки технологического конденсата значительно снижены благодаря мерам по изобретению, а именно, встраивания дополнительной секции (G) выпаривания и дополнительной секции (H) конденсации, чтобы создать рециркуляционный контур выпаривания и конденсации, проходящий от секции очистки от пыли и к ней.

Во вторую секцию (G) выпаривания подают раствор (9) мочевины, выпускаемый из секции (D) очистки от пыли. Эта вторая секция выпаривания, так же как и основная секция (B) выпаривания, может содержать один или несколько выпаривателей. В ней раствор (9) мочевины концентрируется, как правило, под вакуумом, до концентрации, которая позволяет осуществлять подачу концентрированного раствора (16) в качестве совместно подаваемого сырья в секцию (C) конечной обработки. Отходящий газ или отходящие газы (17) из второй секции выпаривания конденсируют во второй секции (H) конденсации. Аналогично первой секции (E) конденсации, эта вторая секция (H) конденсации, как правило, будет содержать один или несколько кожухотрубных теплообменников, при этом охлаждение обеспечивается с помощью охлаждающей жидкости, чаще всего воды, с помощью паровых эжекторов для поддержания желаемого вакуума. Пар, необходимый для этих вакуумных эжекторов, показан как поток (S3) на фиг. 2. Однако здесь также может использоваться любая другая известная технологии для конденсации отходящих газов (17). Образующийся в результате конденсат (18) по существу не содержит аммиака, так что данный водный поток является отличным источником воды для использования в качестве водяной подачи в установку (D) очистки. В случае если количество воды (18) будет недостаточным для соответствия требуемому количеству воды в этой установке для очистки от пыли, тогда может быть добавлена добавочная вода (10). Эта добавочная вода (10) может поступать из секции (F) очистки технологического конденсата, однако также может использоваться и любой другой водный поток, при условии, что он не содержит каких-либо экологически неблагоприятных летучих компонентов.

Было обнаружено, что водный поток (18), полученный таким путем, не содержит полностью, или, во всяком случае, содержит в очень низкой концентрации, которая не ограничивает использование водного потока в качестве источника воды для секции очистки от пыли, аммиака или каких-либо других экологических неблагоприятных летучих компонентов. В результате, данный поток может быть направлен непосредственно в секцию очистки от пыли, минуя таким образом секцию (F) очистки технологического конденсата. Некоторое количество увлеченной мочевины может присутствовать в водном потоке (18), однако это не вредит процессу (D) очистки от пыли, и эта мочевина (присутствующая в жидкой форме) не приводит к какому-либо загрязнению отходящего газа (8). В результате, поток (12), подаваемый в секцию очистки технологического конденсата, уменьшается. В результате, количество пара, требуемое в данной секции очистки технологического конденсата, также уменьшается. Для установки производства мочевины "нового типа" размеры оборудования, необходимого в секции очистки технологического конденсата, также могут быть существенно уменьшены.

Изобретение также хорошо применимо в схеме "модернизации" или "устранения узких мест" существующей установки. Способы "модернизации" или "устранения узких мест" установок производства мочевины распространены в данной области техники. Основной целью такой "модернизации" или "устранения узких мест" существующей установки обычно является повышение производственной мощности такой существующей установки. В тех случаях, когда секция очистки технологического конденсата существующей установки представляет собой ограничивающий фактор при получении максимальной производительности, - применение изобретения несомненно приведет к увеличению доступного пространства в данной секции очистки технологического конденсата, что сделает возможным увеличение объема производства мочевины без использования дорогостоящих модификаций оборудования в секции очистки технологического конденсата. На тех установках, где максимально достижимая производственная мощность лимитирована другими ограничениями, - изобретение может по-прежнему использоваться для дополнительного повышения производственной мощности установки в дополнение к любым другим мерам для повышения производственной мощности установки за счет устранения или уменьшения указанных ограничений.

Таким образом, изобретение также предлагает способ модификации существующей установки производства мочевины, которая содержит секцию (A) синтеза и извлечения, которая сообщается по текучей среде с секцией (B) выпаривания, причем указанная секция выпаривания сообщается по текучей среде с секцией (C) конечной обработки и содержит линию подачи газа в секцию (E) конденсации; указанная секция (C) конечной обработки имеет линию подачи газа в секцию (D) очистки от пыли; способ включает в себя стадию, на которой в установку добавляют дополнительный контур выпаривания и конденсации в соответствии с настоящим изобретением, при этом секцию (G) выпаривания, располагают ниже по потоку от секции (D) очистки от пыли, причем указанную дополнительную секцию (G) выпаривания располагают таким образом, что она сообщается по текучей среде с секцией (C) конечной обработки; при этом дополнительная секция (G) выпаривания имеет линию подачи газа к дополнительной секции (H) конденсации, причем дополнительную секцию (H) конденсации располагают так, что она сообщается по текучей среде с секцией (D) очистки от пыли.

В другом представляющем интерес варианте осуществления изобретение может применяться для повышения мощности существующей установки производства мочевины. Это применение включает в себя введение, как описано выше, дополнительного рециркуляционного контура выпаривания и конденсации, проходящего от секции (D) очистки от пыли и к ней.

Установки, разработанные или модифицированные в соответствии с изобретением, служат для производства мочевины. Без необходимости изменения общего процесса синтеза мочевины, изобретение

также относится к новому способу производства мочевины, обладающему энергетическими преимуществами, связанными с использованием установки по изобретению.

Таким образом, установки производства мочевины, модифицированные в соответствии с настоящим изобретением могут функционировать по способу получения мочевины, включающему стадии, на которых: (а) осуществляют одну или несколько стадий синтеза и извлечения, на которых аммиак и диоксид углерода взаимодействуют с образованием мочевины, и на которых образуется содержащий мочевину водный раствор; (b) осуществляют стадию выпаривания, на которой вода выпаривается из водного раствора, полученного на стадии (а), с получением в результате содержащей мочевину концентрированной жидкости и фазы водяного пара; (с) подвергают содержащую мочевину концентрированную жидкость конечной обработке, приводящей к образованию твердой мочевины, при этом тепло отводят с помощью охлаждающего газа, такого как воздух; (d) подвергают охлаждающий газ очистке от пыли, при этом мочевина извлекается в водном потоке; (е) подвергают указанный водный поток выпариванию с получением в результате дополнительной содержащей мочевину концентрированной жидкости и потока пара, при этом выпаривание проводят на стадии выпаривания, отличной от стадии выпаривания (b), а дополнительную содержащую мочевину концентрированную жидкость затем направляют на стадию (с) конечной обработки, при этом пары, образующиеся в результате отдельной стадии выпаривания, направляют на отдельную стадию (f) конденсации, причем конденсат указанной отдельной стадии (f) конденсации используют на стадии (d) очистки от пыли.

Изобретение не ограничивается каким-либо определенным способом производства мочевины.

Часто используемым способом получения мочевины на основе стриппинг-процесса является способ стриппинга диоксида углерода, например, описанный в Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. A27, 1996, pp 333-350. В данном способе за секцией синтеза следуют одна или несколько секций извлечения. Секция синтеза содержит реактор, стриппер, конденсатор и скруббер, в которых рабочее давление находится в диапазоне от 12 до 18 МПа, и предпочтительно, в диапазоне от 13 до 16 МПа. В секции синтеза раствор мочевины, выходящий из реактора мочевины, подается в стриппер, в котором большое количество непрореагировавших аммиака и диоксида углерода отделяются от водного раствора мочевины. Такой стриппер может быть кожухотрубным теплообменником, в котором раствор мочевины подают в верхнюю часть трубного пространства, и диоксид углерода, поданный для синтеза, добавляют в донную часть стриппера. В межтрубное пространство добавляют пар для нагревания раствора. Раствор мочевины выходит из теплообменника в донной части, тогда как паровая фаза выходит из стриппера в верхней части. Пар, покидающий указанный стриппер, содержит аммиак, диоксид углерода и небольшое количество воды. Указанный пар конденсируют в теплообменнике с падающей пленкой или в конденсаторе погружного типа, который может быть горизонтальным или вертикальным. Горизонтальный тип погружного теплообменника описан в Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. A27, 1996, pp 333-350. Тепло, выделяющееся при экзотермической реакции конденсации карбамата в указанном конденсаторе, обычно используют для получения пара, который используют в расположенной ниже по потоку секции обработки мочевины для нагревания и концентрирования раствора мочевины. Поскольку конденсатор погружного типа характеризуется некоторым временем пребывания жидкости, часть реакции мочевины уже происходит в указанном конденсаторе. Образованный раствор, содержащий конденсированный аммиак, диоксид углерода, воду и мочевину, вместе с неконденсированным аммиаком, диоксидом углерода и инертным паром, направляют в реактор. В реакторе указанная выше реакция преобразования карбамата в мочевину приближается к равновесию. Молярное отношение аммиака к диоксиду углерода в растворе мочевины на выходе из реактора обычно составляет 2,5-4 моль/моль. Возможно также, что конденсатор и реактор объединены в одной единице оборудования. Пример такого оборудования описан в Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. A27, 1996, pp 333-350. Образованный раствор мочевины, выходящий из реактора мочевины, подают в стриппер, и инертный пар, содержащий неконденсированный аммиак и диоксид углерода, направляют в секцию очистки, работающей при аналогичном давлении, что и реактор. В этой секции очистки аммиак и диоксид углерода очищаются от инертного пара. Образованный раствор карбамата из расположенной ниже по потоку системы извлечения используют в качестве абсорбента в этой секции очистки. Раствор мочевины, покидающий стриппер в данной секции синтеза, требует концентрации мочевины по меньшей мере 45 мас.%, и предпочтительно по меньшей мере 50 мас.%, для обработки в одной единственной системе извлечения ниже по потоку от стриппера. Секция извлечения содержит нагреватель, газожидкостный сепаратор и конденсатор. Давление в данной секции извлечения находится в диапазоне от 200 до 600 кПа. В нагревателе секции извлечения основная масса аммиака и диоксида углерода отделяется от мочевины и водной фазы с помощью нагревания раствора мочевины. Обычно пар используют в качестве теплоносителя. Мочевина и водная фаза содержат небольшое количество растворенного аммиака и диоксида углерода, которые выходят из секции извлечения и направляются в расположенную ниже по потоку секцию обработки мочевины, где раствор мочевины концентрируется с помощью выпаривания воды из указанного раствора.

Другие способы и установки включают способы и установки, которые основаны на такой технологии, как процесс НЕС, разработанный Urea Casale, процесс ACES, разработанный Toyo Engineering Corporation, и процесс, разработанный Snamprogetti. Все эти и другие процессы могут использоваться до

способа конечной обработки мочевины по изобретению.

Технологии конечной обработки мочевины, такие как прилирование и гранулирование, известны специалисту. Сделана ссылка, например, на Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2010, глава 4.5 о мочеvine.

Изобретение далее будет проиллюстрировано со ссылкой на следующие неограничивающие примеры и фигуры. На фигурах представлены схематические чертежи, показывающие технологические секции (обозначены буквами А-Г) и потоки (пронумерованы). Состав потоков поясняется в приведенных ниже таблицах. Далее приводится пояснение условных обозначений: А. Секция (секции) синтеза и извлечения мочевины; В. Основная секция выпаривания; С. Секция конечной обработки; D. Очистка от пыли; E. Секция конденсации; F. Секция очистки технологического конденсата; G. Вторая секция выпаривания; H. Вторая секция конденсации.

Пример 1.

Установка производства мочевины "нового типа" для производства 100 т/ч твердой мочевины построена по схеме на фиг. 1. Потоки в данной установке приводятся в табл. 1. Подача (12) к секции очистки технологического конденсата составляет 43130 кг/ч. Для очистки данного технологического конденсата в секции (F) очистки технологического конденсата требуется в целом 11708 кг/ч пара (S2).

Таблица 1

Поток:	Фаза	Мочевина	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	ВСЕГО	Темп.
		кг/ч	кг/ч	кг/ч	кг/ч	кг/ч	кг/ч	кг/ч	С
1	газовая			73134				73134	40
2	жидкая		56603					56603	25
3	жидкая	100211	2893	1377	33262			137743	80
4	жидкая	104800			4367			109167	140
5	твердая	99800			200			100000	50
6	газовая					651950	198050	850000	30
7	газовая				4167	651950	198050	859167	95
8	газовая				37265	651950	198050	887265	45
9	жидкая	5000			7500			12500	45
10	жидкая				40598			40598	40
11	газовая		2893	1377	36396			41077	135
12	жидкая	411	2893	1377	38450			43130	40
13	жидкая		3126	1678	3203			8007	60
14	жидкая				46832			46832	40
15	жидкая				6233			6233	40
	газовая								
S1	(пар)				2054			2054	150
	газовая								
S2	(пар)				11708			11708	150

Построена установка производства мочевины "нового типа" для аналогичного производства 100 т/ч с использованием схемы в соответствии с изобретением (фиг. 2). Потоки в этом способе показаны в табл. 2. Как можно видеть из данной таблицы, теперь только 9153 кг/ч пара (S2) необходимо в секции (F) очистки технологического конденсата.

Таблица 2

Поток:	Фаза	Мочевина	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	ВСЕГО	Темп.
кг/ч		кг/ч	кг/ч	кг/ч	кг/ч	Кг/ч	кг/ч	кг/ч	
1	газовая			73134				73134	40
2	жидкая		56603					56603	25
3	жидкая	100136	2889	1376	33172			137573	80
4	жидкая	99800			4158			103958	140

5	твердая	99800			200		100000	50	
6	газовая					651950	198050	850000	30
7	газовая				4167	651950	198050	859167	95
8	газовая				37265	651950	198050	887265	45
9	жидкая	5075			7612			12687	45
10	жидкая				32933			32933	40
11	газовая		2889	1376	29013			33614	135
12	жидкая	336	2889	1376	30694			35295	40
13	жидкая		3080	1622	3134			7836	60
14	жидкая				36612			36612	40
15	жидкая				3679			3679	40
16	жидкая	5000			208			5208	140
17	газовая				7404			7479	135
18	жидкая	75			7778			7853	40
	газовая								
S1	(пар)				1681			1681	150
	газовая								
S2	(пар)				9153			9153	150
	газовая								
S3	(пар)				374			374	150

#### Пример 2.

Существующая установка производства мочевины, построенная по схеме фиг. 1, производит 100 т/ч твердой мочевины. Потоки в данной установке приведены в табл. 1. В данной установке секция (F) очистки технологического конденсата является ограничивающим фактором в достижении максимально возможной производственной мощности: если производственная мощность превышает 100 т/ч, тогда поток 12 превышает 43130 кг/ч, что приводит в данной установке к "захлебыванию" одной из колонн в секции очистки технологического конденсата.

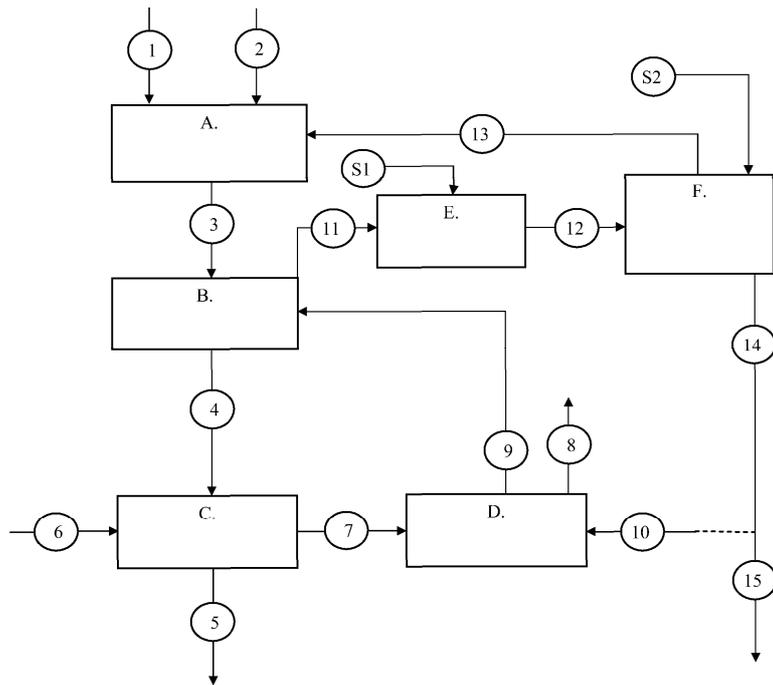
В данной установке (малая) вторая секция (G) выпаривания и (малая) секция (F) конденсации добавлены в соответствии со схемой изобретения (фиг. 2). Потоки в способе после данной модернизации приведены в таблице 3. Как можно видеть из таблицы, мощность (5) установки может быть увеличена до 122 т/ч при той же величине потока (12) технологического конденсата, что и раньше (43130 кг/ч), в результате чего не происходит "захлебывания" колонны при очистке технологического конденсата в связи с возросшей производственной мощностью установки. Таким образом, при устранении "узких мест" установки производственная мощность составила 122% от первоначальной максимальной мощности установки.

Поток:	Фаза	Таблица 3							ВСЕГО	Темп. С
		Мочевина кг/ч	NH <sub>3</sub> кг/ч	CO <sub>2</sub> кг/ч	H <sub>2</sub> O кг/ч	N <sub>2</sub> кг/ч	O <sub>2</sub> кг/ч	кг/ч		
1	газовая			89368					89368	40
2	жидкая		69167						69167	25
3	жидкая	122365	3530	1681	40535				168111	80
4	жидкая	121954			5081				127035	140
5	твердая	121954			244				122198	50
6	газовая					796671	242014		1038685	30
7	газовая	6110			5092	796671	242014		1049886	95
8	газовая				45537	796671	242014		1084222	45
9	жидкая	6201			9302				15503	45
10	жидкая				40243				40243	40
11	газовая	411	3530	1681	35454				41076	135
12	жидкая	411	3530	1681	37508				43130	40
13	жидкая		3763	1982	3830				9576	60
14	жидкая				44739				44739	40
15	жидкая				4496				4496	40
16	жидкая	6110			255				6364	140
17	газовая	91			9047				9139	135
18	жидкая	91			9504				9596	40
S1	газовая(пар)				2054				2054	150
S2	газовая(пар)				11185				11185	150
S3	газовая(пар)				457				457	150

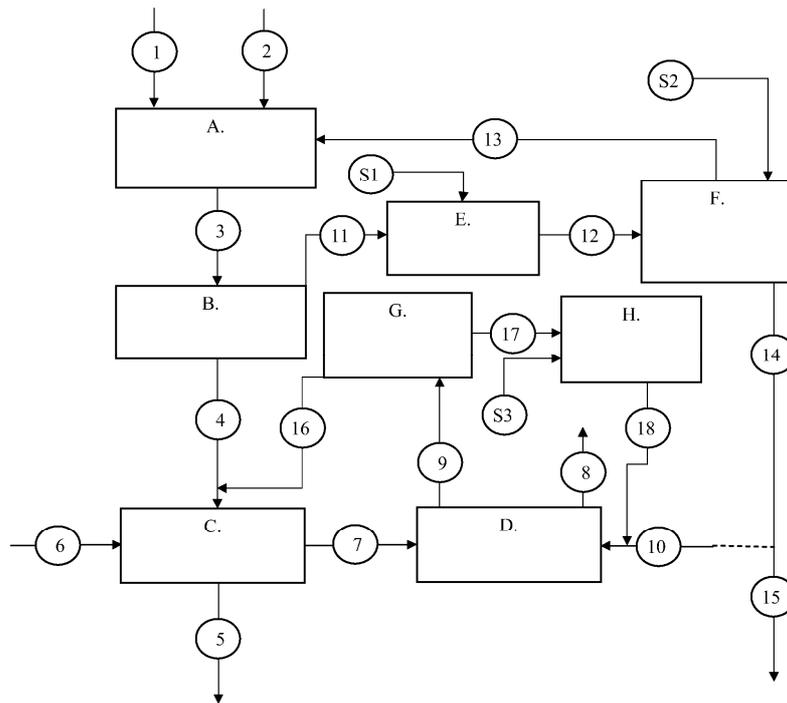
Примечание к табл. 1, 2 и 3: как принято в технологии производства мочевины, карбамат аммония в данных таблицах приведен в виде его составляющих (NH<sub>3</sub> и CO<sub>2</sub>). Следует отметить, что в жидких потоках большая часть CO<sub>2</sub>, перечисленного в таблицах, фактически присутствует в виде карбамата аммония.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ модификации существующей установки производства мочевины, которая содержит секцию (А) синтеза и извлечения, которая сообщается по текучей среде с расположенной ниже по потоку секцией (В) выпаривания, причем указанная секция выпаривания сообщается по текучей среде с расположенной ниже по потоку секцией (С) конечной обработки и имеет линию подачи газа в расположенную ниже по потоку секцию (Е) конденсации; причем указанная секция (Е) конденсации сообщается по текучей среде по линии водного раствора (12) с расположенной ниже по потоку секцией (F) очистки технологического конденсата; причем указанная секция (С) конечной обработки имеет линию подачи газа в расположенную ниже по потоку секцию (D) очистки от пыли; где способ включает в себя стадию, на которой в установку добавляются дополнительный контур выпаривания и конденсации, содержащий дополнительную секцию (G) выпаривания и дополнительную секцию (H) конденсации, при этом указанную дополнительную секцию (G) выпаривания располагают ниже по потоку от секции (D) очистки от пыли, причем указанную дополнительную секцию (G) выпаривания располагают таким образом, чтобы она сообщалась по текучей среде с расположенной ниже по потоку секцией (С) конечной обработки; при этом дополнительная секция (G) выпаривания имеет линию подачи газа к расположенной ниже по потоку дополнительной секции (H) конденсации, и дополнительную секцию (H) конденсации располагают так, что она сообщается по текучей среде с расположенной ниже по потоку секцией (D) очистки от пыли.



Фиг. 1



Фиг. 2

