

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202490985** (13) **A2**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.08.30

(22) Дата подачи заявки
2022.02.22

(51) Int. Cl. **B01J 10/00** (2006.01)
B01J 19/00 (2006.01)
C01C 1/18 (2006.01)
C07C 273/04 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА МОЧЕВИНЫ И УСТАНОВКА С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ БЛОКАМИ СД**

(31) **21158449.5**

(32) **2021.02.22**

(33) **EP**

(62) **202392074; 2022.02.22**

(71) Заявитель:
СТАМИКАРБОН Б.В. (NL)

(72) Изобретатель:
Гуртс Вильгельмус Хубертус (NL)

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(57) Некоторые варианты осуществления изобретения относятся к установке и способу производства содержащего мочевины продукта. Установка содержит блок диссоциации среднего давления и отпариватель CO₂ высокого давления, каждый из которых принимает часть раствора синтеза мочевины. Отпаренный раствор мочевины далее обрабатывают в блоке обработки среднего давления.

A2

202490985

202490985

A2

СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА МОЧЕВИНЫ И УСТАНОВКА С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ БЛОКАМИ СД

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Изобретение относится к производству мочевины из NH_3 и CO_2 .

5

ВВЕДЕНИЕ

Установки по производству мочевины часто относятся к типу с отпаривателем высокого давления (ВД), например, с отпаривателем высокого давления (ВД), в котором используется по меньшей мере часть сырья CO_2 в качестве газа отпарки (например, в процессе отпарки CO_2 Stamicarbon). Иллюстративная схема способа производства мочевины с отпаркой CO_2 показана в Энциклопедии Ульмана, глава «Мочевина», 2010, Фиг. 16. Отпариватель ВД работает с эффективностью отпарки, например, 80 % и имеет соответствующую потребность в паре в качестве теплоносителя.

В US 2004/0116743A1 упомянуто, что стадия отпарки ВД и стадия конденсации ВД в значительной степени ответственны за тот факт, что только в ограниченной степени возможно увеличить производительность существующей установки без модификации или замены дорогостоящего оборудования высокого давления. В US '743 предлагается увеличить производительность установки за счет модификации установки таким образом, чтобы часть раствора синтеза мочевины перемещалась из зоны синтеза в зону обработки среднего давления, работающую при давлении 1–4 МПа; а другая часть направлялась на отпариватель ВД. В US '743 проиллюстрированы установки, в которых зона обработки среднего давления содержит конденсатор карбамата среднего давления ККСД, принимающий газовый поток из диссоциатора среднего давления и газовый поток из отпаривателя среднего давления. Отпариватель среднего давления принимает жидкость из диссоциатора среднего давления и часть сырья CO_2 . Диссоциатор среднего давления принимает жидкость непосредственно из реактора синтеза мочевины. Отпаренный раствор мочевины из отпаривателя высокого давления подается непосредственно в секцию регенерации низкого давления.

В EP 3274297 описана интегрированная система для производства мочевины и аммиаката мочевины и аммиачной селитры, указанная система содержит (i) блок производства мочевины, причем указанный блок содержит секцию синтеза мочевины, содержащую реактор, отпариватель и конденсатор, сообщающиеся по текучей среде друг с другом таким образом, что образуется контур синтеза мочевины, и, после секции синтеза и в сообщении с ней по текучей среде, секцию очистки мочевины,

предназначенную для отделения CO_2 и NH_3 от водного раствора мочевины, содержащего указанные CO_2 и NH_3 , и (ii) блок производства аммиачной селитры из аммиака и азотной кислоты; при этом выпускное отверстие NH_3 из секции очистки установки мочевины соединено с впускным отверстием NH_3 блока производства аммиачной селитры, и при этом выпускное отверстие водного раствора мочевины из секции очистки и выпускное отверстие водного раствора аммиачной селитры из блока производства аммиачной селитры соединены с блоком смешивания указанного водного раствора мочевины и указанного водного раствора аммиачной селитры.

В EP 3541780 описан интегрированный процесс производства мочевины и аммиаката мочевины и аммиачной селитры.

В US 2012/0302789A1 описан процесс производства мочевины с отпаривателем CO_2 ВД, при этом раствор мочевины, выходящий из отпаривателя, подвергается адиабатическому расширению, в результате чего образуются пар и жидкость, которые разделяются до того, как жидкость поступает в первую секцию регенерации, а пар конденсируется.

Выбросы CO_2 от промышленных предприятий часто ограничены по экологическим причинам или требуются разрешения на выбросы, даже если квоты на выбросы являются предметом оборота, любые выбросы CO_2 могут увеличить стоимость.

Остается потребность в энергоэффективном способе производства мочевины, в частности, для крупномасштабных установок. Также существует потребность в способе интегрированного производства мочевины и аммиачной селитры с низким уровнем выбросов CO_2 и низким потреблением энергии. Также существует потребность в соответствующих установках и способах модификации существующих установок. Изобретение не ограничивается способом интегрированного производства мочевины и аммиачной селитры, а также включает варианты осуществления, в которых производится только мочевина. Желаемая экономия энергии может быть достигнута в предпочтительных вариантах осуществления. Повышение энергоэффективности и интегрированное производство мочевины и аммиачной селитры являются предпочтительными целями некоторых, но не обязательно всех вариантов осуществления настоящего изобретения.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Изобретение относится, в первом аспекте, к установке производства содержащего мочевину продукта, содержащей секцию производства мочевины, содержащую секцию синтеза высокого давления (ВД), содержащую отпариватель ВД, реактор синтеза мочевины из NH_3 и CO_2 и конденсатор карбамата ВД, причем реактор и конденсатор

карбамата ВД необязательно являются объединенными, секция производства мочевины дополнительно содержит блок обработки среднего давления (СД), диссоциатор СД и секцию конденсации СД, причем реактор имеет выпускное отверстие для раствора синтеза мочевины, соединенное с первой линией подачи жидкости, соединенной с отпаривателем ВД, при этом указанное выпускное отверстие соединено также со второй линией подачи жидкости, соединенной с диссоциатором СД, при этом отпариватель ВД имеет впускное отверстие для подачи CO_2 в качестве газа отпарки, при этом установка содержит линию подачи жидкости отпаренного раствора мочевины из указанного отпаривателя ВД в указанный блок обработки СД, линию подачи газа для первого потока газа СД из блока обработки СД в секцию конденсации СД и линию подачи газа для второго потока газа СД из диссоциатора СД в секцию конденсации СД.

Предпочтительно установка дополнительно содержит диссоциатор низкого давления (НД) и линию подачи жидкости для раствора мочевины СД из блока обработки СД в указанный диссоциатор НД.

Предпочтительно установка содержит секцию аммиачной селитры (АС), содержащую секцию нейтрализации, выполненную с возможностью нейтрализации азотной кислоты аммиаком с образованием аммиачной селитры и имеющую впускное отверстие для азотной кислоты и впускное отверстие для аммиаксодержащего газа. Предпочтительно установка содержит линию подачи газа для аммиаксодержащего газа НД из указанного предпочтительного диссоциатора НД в указанную секцию нейтрализации.

Изобретение также относится к способу производства содержащего мочевины продукта, осуществляемому на установке в соответствии с указанным первым аспектом, включающему: взаимодействие сырья NH_3 и сырья CO_2 в указанном реакторе с получением раствора для синтеза мочевины; разделение указанного раствора для синтеза мочевины по меньшей мере на первую часть и вторую часть; подачу указанной первой части в указанный отпариватель ВД с получением отпаренного раствора мочевины; подвергание указанного отпаренного раствора мочевины обработке при среднем давлении в указанном блоке обработки СД с получением указанного первого газового потока СД; подвергание указанной второй части диссоциации среднего давления в указанном диссоциаторе СД с получением указанного второго газового потока СД и раствора мочевины СД, и подачу указанных первого и второго газовых потоков СД по меньшей мере частично в указанную секцию конденсации СД.

Изобретение также относится к способу модификации существующей установки для производства содержащего мочевины продукта. Предпочтительно существующая установка содержит секцию производства мочевины, содержащую секцию синтеза

высокого давления (ВД), содержащую отпариватель ВД, реактор синтеза мочевины из NH_3 и CO_2 и конденсатор карбамата ВД, причем реактор и конденсатор карбамата ВД необязательно являются объединенными, при этом отпариватель ВД имеет впускное отверстие для подачи CO_2 в качестве газа отпарки. Способ включает добавление

5 диссоциатора СД и секции конденсации СД, а также подсоединение выпускного отверстия для раствора синтеза мочевины к диссоциатору СД, если он еще не присутствует на существующей установке. Способ также включает добавление блока обработки среднего давления (СД) и линии потока жидкости для отпаренного раствора мочевины из указанного отпаривателя ВД в указанный блок обработки СД, линии

10 потока газа для первого потока газа СД из блока обработки СД в секцию конденсации СД и линии потока газа для второго потока газа СД из диссоциатора СД в секцию конденсации СД, если на установке еще нет линии потока газа для второго потока газа СД. Модифицированная установка предпочтительно представляет собой установку согласно первому аспекту изобретения.

15

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

На Фиг. 1 схематически проиллюстрирована типовая установка и способ по изобретению.

На Фиг. 2 схематически проиллюстрирован элемент типовой установки и способа по

20 изобретению.

Любые варианты осуществления, проиллюстрированные на фигурах, являются только примерами и не ограничивают изобретение.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

25 Установка и способ производства мочевины в соответствии с настоящим изобретением, в целом, основаны на разумном понимании использования диссоциатора СД, принимающего раствор синтеза мочевины из реактора, и блока обработки СД, принимающего отпаренный раствор мочевины из отпаривателя ВД, причем по меньшей мере поток газа из диссоциатора СД и поток газа из блока обработки СД

30 подается прямо или косвенно в секцию конденсации СД. В указанной секции конденсации СД потоки газа по меньшей мере частично конденсируются с образованием карбаматного раствора. В частности, поток газа из диссоциатора СД по меньшей мере частично конденсируется в секции конденсации СД, а поток газа из блока обработки СД по меньшей мере частично конденсируется в указанной секции

35 конденсации СД, предпочтительно оба указанных потока газа конденсируются по

меньшей мере частично в одном и том же конденсаторе, причем конденсатор представляет собой, например, теплообменник.

Подача потока газа из блока обработки СД в секцию конденсации СД может способствовать уменьшению выбросов CO_2 из одного или более блоков после выпуска жидкости (т. е. раствора мочевины) из блока обработки СД. Подача потока газа из блока обработки СД в секцию конденсации СД может способствовать конденсации карбамата в секции конденсации СД при выгодном соотношении N/C.

При подаче потока газа из секции обработки СД в секцию конденсации СД можно выгодно вернуть в повторный цикл относительно большее количество CO_2 в составе раствора карбамата СД в секцию синтеза ВД. Таким образом, улучшается восстановление CO_2 и сокращаются выбросы из предпочтительной секции аммиачной селитры (АС).

Предпочтительно, потребление пара отпаривателем ВД может быть уменьшено за счет того, что в блоке обработки СД обрабатывается раствор мочевины, подаваемый в этот блок обработки СД.

По сравнению с процессом, в котором секция конденсации СД принимает только газ из диссоциатора СД и сырье CO_2 СД, в отпариватель ВД предпочтительно может быть направлено большее количество CO_2 . Это может дополнительно способствовать снижению потребления пара отпаривателем ВД. Меньшее потребление пара отпаривателем ВД, в целом, является желательным и способствует повышению энергоэффективности установки.

Размер отпаривателя ВД предпочтительно может быть относительно небольшим по сравнению с общей мощностью производства мочевины в заявленной установке.

Диссоциатор СД и блок обработки СД расположены параллельно на установке.

Секция синтеза ВД содержит отпариватель ВД, реактор ВД и конденсатор карбамата ВД. Отпариватель представляет собой отпариватель CO_2 . Установка содержит первую линию подачи жидкости из реактора в отпариватель ВД и вторую линию подачи жидкости из реактора в диссоциатор СД. Секция синтеза ВД имеет выпускное отверстие для сырья NH_3 , например, в конденсаторе карбамата ВД.

Реактор выполнен с возможностью синтеза мочевины из NH_3 и CO_2 и имеет выпускное отверстие для раствора синтеза мочевины. Раствор синтеза мочевины, например, имеет соотношение N/C от 2,85 до 3,3. Реактор работает при давлении синтеза мочевины, т. е. ВД, и температуре синтеза мочевины, например, выше 100 бар, например, от 120 до 300 бар, например, от 120 до 200 бар; и/или, например, при температуре 160–240 °C и предпочтительно при температуре 170–220 °C.

Реактор представляет собой, например, вертикальный реактор с тарелками, в котором впускное отверстие для сырья находится снизу, а раствор для синтеза мочевины отводится из верхней части вертикального реактора, например, с использованием сливного стакана.

5 Реактор, например, имеет отдельное выпускное отверстие для газа (так называемых инертных веществ). Инертные вещества подаются, например, в виде газового потока прямо или косвенно в предпочтительную секцию АС. Инертные вещества приходят, например, с потоками сырья и содержат, например, N_2 . Поток газа из выпускного отверстия газа в реакторе также содержит, например, NH_3 .

10 Установка по производству мочевины может содержать один или более последовательных реакторов, например, первый реактор и последующий реактор. Последующий реактор принимает, например, поток, выходящий из реактора, и имеет выпускное отверстие для жидкости, соединенное с разветвлением между первой и второй линиями подачи, т. е. первой и второй линиями подачи жидкости. Установка по
15 производству мочевины также может содержать один или более параллельных реакторов.

Реактор и конденсатор карбамата ВД необязательно являются объединенными в одном сосуде. Примером может служить интегрированный реактор/конденсатор, описанный в US5767313. Иллюстративный интегрированный конденсатор/реактор
20 имеет зону реакции и зону конденсации, объединенные в одном сосуде. Зона конденсации содержит, например, поверхность теплообмена, например, пучок труб. Зона реакции содержит, например, перегородки. Зона реакции, как правило, расположена после зоны конденсации в сосуде. Иллюстративный интегрированный конденсатор/реактор содержит горизонтальный сосуд и пучок труб, выполненный с
25 возможностью приема охлаждающей жидкости в трубы и технологической среды в корпусное пространство.

Реактор имеет выпускное отверстие для раствора синтеза мочевины, соединенное, прямо или косвенно, с первой линией подачи жидкости в отпариватель ВД и со второй линией подачи жидкости в диссоциатор СД. Вторая линия подачи
30 жидкости обходит отпариватель ВД. Установка имеет разделение линии подачи раствора синтеза мочевины ВД на первую и вторую линии подачи с использованием, например, клапана. Как правило, установка имеет разделение, т. е. делительное устройство, линии подачи для раствора синтеза мочевины ВД на указанную первую
35 линию подачи жидкости и указанную вторую линию подачи жидкости. Линия подачи для раствора синтеза мочевины ВД соединена с выпускным отверстием для раствора синтеза мочевины из реактора. Разделение раствора синтеза мочевины проводят при

высоком давлении. Как первую, так и вторую линию подачи жидкости используют для потока жидкости при ВД. Вторая линия подачи жидкости, соединенная с диссоциатором СД, как правило, содержит расширительный клапан для расширения раствора мочевины от ВД до СД.

5 Соотношение разделения раствора для синтеза мочевины ВД предпочтительно можно регулировать, например, в процессе запуска или для гибкого увеличения или снижения производства мочевины. Например, диссоциатор СД можно отключить для снижения производства мочевины.

10 Раствор синтеза мочевины содержит мочевины, воду, карбамат аммония и аммиак.

Отпариватель ВД имеет впускное отверстие для подачи CO_2 в качестве газа отпарки и имеет выпускное отверстие для отпаренного раствора мочевины и выпускное отверстие для потока газа. Установка предпочтительно относится к типу отпарной установки CO_2 . Отпаренный раствор мочевины, содержащий мочевины, воду, карбамат и аммиак, подают на блок обработки СД.

15 Конденсатор карбамата ВД (ККВД), как правило, принимает по меньшей мере часть, предпочтительно все сырье NH_3 . ККВД принимает по меньшей мере часть, например, весь поток газа из отпаривателя ВД. Конденсатор карбамата ВД имеет выпускное отверстие для потока, содержащего конденсированный карбамат, соединенное с впускным отверстием реактора, а в объединенном конденсаторе/реакторе зона конденсации сообщается по текучей среде с зоной реакции.

25 Секция производства мочевины может содержать компрессор CO_2 для сжатия сырьевого потока CO_2 до давления синтеза мочевины. Компрессор представляет собой, например, многоступенчатый компрессор. CO_2 , например, доступен при относительно низком давлении (например, менее 20 бар) в зоне, очерченной границами технологического блока, например, с установки синтез-газа. Установка синтез-газа содержит, например, паровой реформер, реактор конверсии водяного газа и блок извлечения CO_2 . В установке синтез-газа также можно производить H_2 , используемый на установке по производству аммиака. Сырье NH_3 установки по производству мочевины может происходить из указанной установки по производству аммиака. Также возможны другие источники сырьевого потока CO_2 и сырьевого потока NH_3 .

35 В целом, в различных вариантах осуществления изобретения отпариватель ВД содержит, например, вертикальный кожухотрубный теплообменник с впускным отверстием для подачи раствора мочевины, подлежащего отпарке, в трубы, указанное впускное отверстие предусмотрено сверху отпаривателя, выпускное отверстие для отпаренного раствора мочевины — снизу, а выпускное отверстие для смешанного

потока газа — сверху отпаривателя. Отпариватель ВД относится к типу отпаривателя CO_2 и имеет впускное отверстие снизу для подачи CO_2 , используемого в качестве газа отпарки. Смешанный газовый поток конденсируется в конденсаторе карбамата ВД с получением рециркулируемого потока высокого давления, содержащего карбамат, который подается в реактор. В случае объединенного реактора/конденсатора в одном 5 сосуде это может включать перемещение конденсата из секции конденсации в секцию реактора внутри сосуда, в частности, потока карбаматсодержащей жидкости из зоны конденсации в зону реакции внутри сосуда.

Отпариватель ВД, как правило, представляет собой устройство, выполненное с 10 возможностью противоточного контакта раствора мочевины с потоком газа отпарки. Как правило, отпариватель ВД выполнен с возможностью подачи раствора мочевины и потока газа отпарки в трубы, а тепла — посредством пара в межтрубное пространство. В изобретении, в отпаривателе ВД используется все сырье CO_2 или его часть в качестве 15 газа отпарки. Выпаривание с CO_2 в качестве газа отпарки приводит к снижению соотношения N/C в растворе мочевины. Отпаренный раствор мочевины имеет более низкое соотношение N/C, чем раствор синтеза мочевины, например, соотношение N/C составляет менее 3,0, менее 2,7 или даже менее 2,5, например, находится в диапазоне 1,5–2,5 или в диапазоне 2,0–2,5.

В предпочтительных вариантах осуществления, в которых выпускное отверстие 20 жидкости для раствора карбамата СД из секции конденсации СД соединено с линией подачи жидкости в секцию синтеза ВД, таким образом, обеспечивая рециркуляцию раствора карбамата в секцию синтеза ВД, отпариватель ВД, например, работает с эффективностью отпарки α в диапазоне 60–80 %, например, 65–75 %, например, эффективность отпарки α составляет около 70 %. В вариантах осуществления 25 изобретения, в которых раствор карбамата из секции конденсации СД извлекают другими способами, например, посредством подачи раствора в дополнительную секцию синтеза мочевины, эффективность отпарки может быть, например, в диапазоне до 92 %.

Предпочтительно, отпариватель ВД может работать с относительно низкой эффективностью отпарки благодаря блоку обработки СД, принимающему отпаренный 30 раствор мочевины и используемому для очистки этого раствора мочевины, таким образом, обеспечивая относительно низкое потребление пара в отпаривателе ВД.

В установках и способах по изобретению конденсатор карбамата ВД (ККВД) представляет собой, например, кожухотрубный теплообменник. ККВД представляет собой, например, вертикальный конденсатор или горизонтальный конденсатор. 35 Кожухотрубный теплообменник в виде ККВД работает с технологической средой (в частности, конденсируемым газом) в межтрубном пространстве и охлаждающей

жидкостью в трубах, или с технологической средой в трубах и охлаждающей жидкостью в межтрубном пространстве.

В некоторых вариантах осуществления изобретения ККВД представляет собой, например, конденсатор карбамата с падающей пленкой с охлаждающей жидкостью в кожухе. В других вариантах осуществления изобретения ККВД представляет собой, например, погружной конденсатор. ККВД представляет собой, например, кожухотрубный конденсатор с горизонтальным U-образным пучком труб, технологической средой в межтрубном пространстве и с погружным пучком труб, а также, например, конденсатор погружного типа. ККВД содержит, например, U-образный пучок труб или прямой пучок труб. ККВД необязательно представляет собой погружной реактор, который содержит зону погружного конденсатора и зону реактора. Погружной реактор содержит, например, перегородки в корпусном пространстве.

ККВД, например, также содержит впускное отверстие для сырья NH_3 в корпусное пространство.

Блок обработки СД выполнен с возможностью подвергания отпаренного раствора мочевины обработке, включающей расширение до СД и разделение газа и жидкости с получением первого газового потока СД и первого раствора мочевины СД, и, необязательно, также включающей нагрев. В некоторых вариантах осуществления изобретения обработка СД по существу является адиабатической или является адиабатической. В некоторых вариантах осуществления изобретения блок обработки СД имеет впускное отверстие для потока газа, например, сырьевого потока CO_2 , и обработка в блоке обработки СД необязательно включает приведение в контакт раствора мочевины с потоком газа, с нагреванием или без.

Обработка в блоке обработки СД предусматривает очистку отпаренного раствора мочевины посредством извлечения по меньшей мере некоторого количества NH_3 и CO_2 из раствора и/или разложение карбамата на NH_3 и CO_2 и извлечение NH_3 и CO_2 из раствора с получением первого потока газа СД. Первый поток газа СД содержит NH_3 и CO_2 .

В некоторых необязательных вариантах осуществления изобретения применяется противоточное приведение в контакт отпаренного раствора мочевины в блоке обработки СД с частью сырьевого потока CO_2 . Это приведение в контакт необязательно объединяют с нагревом раствора мочевины в блоке обработки СД.

Например, нагрев отпаренного раствора мочевины в блоке обработки СД, работающем при СД, с использованием, например, непрямого теплообмена с теплоносителем, например, паром, может способствовать более полному извлечению NH_3 и карбамата аммония из отпаренного раствора мочевины.

Извлечение карбамата аммония из отпаренного раствора мочевины в блоке обработки СД может способствовать снижению выбросов CO_2 из секции нейтрализации АС, соединенной с секцией производства мочевины. Таким образом, извлечение CO_2 усовершенствовано блоком обработки СД и подачей первого потока газа СД в секцию
5 конденсации СД.

Предпочтительно, блок обработки СД выполнен с возможностью мгновенного испарения раствора мочевины, более предпочтительно (по существу) адиабатического мгновенного испарения. В некоторых вариантах осуществления изобретения блок обработки СД представляет собой испарительную емкость СД.

10 Предпочтительно, посредством предпочтительного (по существу) адиабатического мгновенного испарения от ВД до СД в испарительной емкости СД (ИСД) первый поток газа СД имеет низкое молярное соотношение $\text{NH}_3 : \text{CO}_2$, например, ниже 2,0, например, в диапазоне 0,8–1,2, и/или ниже соотношения N/C отпаренного раствора мочевины ВД. Первый поток газа СД предпочтительно может
15 иметь относительно высокую концентрацию CO_2 , таким образом, секция конденсации СД может работать при более выгодном соотношении N/C.

В некоторых вариантах осуществления изобретения NH_3 и CO_2 извлекают из раствора мочевины в испарительной емкости СД при молярном отношении NH_3 к CO_2 менее 2,0, например, при молярном отношении в диапазоне 0,8–1,2. Первый поток газа
20 СД может иметь еще более низкое молярное отношение NH_3 к CO_2 , если CO_2 добавляется в поток газа.

Блок обработки СД содержит зону разделения газа/жидкости, например, в предпочтительной испарительной емкости, например, зоной или испарительной емкостью, имеющей выпускное отверстие сверху для газа и выпускное отверстие снизу
25 для жидкости, причем жидкость представляет собой раствор мочевины.

Блок обработки СД, например, используется для расширения раствора мочевины от высокого давления до среднего давления, например, до давления, 10–50 бар, например, 15–40 бар. Блок обработки СД работает, например, при давлении по меньшей мере на 1,0 бар выше, например, на 2–10 бар выше, чем давление в секции
30 конденсации СД.

Предпочтительный адиабатический характер мгновенного испарения в предпочтительной испарительной емкости СД выгодно способствует низкому соотношению N/C (молярному отношению NH_3 к CO_2) образующегося потока газа. В частности, при адиабатическом снижении давления CO_2 покидает раствор мочевины из
35 отпарителя CO_2 ВД в большей степени, чем NH_3 .

Первый поток газа СД имеет молярное соотношение N/C (молярное отношение NH_3 к CO_2) предпочтительно менее 2,0, например, 0,5–1,5, например, 0,9–1,2, например, около 1,0. Первый поток газа СД содержит NH_3 и CO_2 в молярном соотношении предпочтительно менее 2,0, например, 0,5–1,5, например, 0,9–1,2, например, около 1,0. Первый поток газа содержит, например, около 40–50 мас. % NH_3 , около 40–50 мас. % CO_2 , и, например, 10–20 мас. % H_2O ; эти диапазоны могут также относиться к компонентам, извлекаемым из жидкой фазы раствора мочевины, в случае добавления CO_2 к первому газовому потоку СД. Первый поток газа, принимаемый конденсатором карбамата СД, т. е. у впускного отверстия конденсатора, предпочтительно имеет такое молярное соотношение N/C (молярное отношение NH_3 к CO_2), и предпочтительно содержит, например, около 40–50 мас. % NH_3 , около 40–50 мас. % CO_2 , и, например, 10–20 мас. % H_2O .

Диссоциатор СД (ДСД) имеет впускное отверстие, соединенное со второй линией подачи жидкости для приема части раствора синтеза мочевины, выпускное отверстие для второго потока газа СД и выпускное отверстие для раствора мочевины СД. СД, как правило, представляет собой теплообменник, в котором используется теплоноситель, например, пар, для непрямого теплообмена для диссоциации карбамата, содержащегося в растворе синтеза мочевины. Использование пара в качестве теплоносителя в диссоциаторе СД обеспечивает преимущество значительной гибкости для обеспечения достаточного извлечения карбамата из раствора мочевины, в частности, независимо от соотношения N/C на входе в диссоциатор СД. Диссоциатор СД представляет собой, например, кожухотрубный теплообменник с паром в межтрубном пространстве и раствором мочевины в трубах. Диссоциатор СД содержит, например, секцию ректификации, расположенную, для раствора мочевины, перед участком кожухотрубного теплообменника, причем секция ректификации выполнена с возможностью газожидкостного разделения раствора мочевины, расширенного от ВД до СД, и противоточного контакта между раствором мочевины и газовым потоком из участка теплообменника. Это способствует хорошему извлечению карбамата из раствора мочевины.

Раствор мочевины СД на выходе из диссоциатора СД имеет, например, соотношение N/C по меньшей мере 4. Второй поток газа СД из диссоциатора СД имеет, например, соотношение N/C по меньшей мере 2,5.

В некоторых вариантах осуществления изобретения диссоциатор СД также принимает другие потоки раствора мочевины, например, раствор мочевины, косвенно полученный из отпаривателя ВД.

Диссоциатор СД представляет собой, например, кожухотрубный теплообменник, и, например, использует пар в качестве теплоносителя. Например, диссоциатор СД представляет собой вертикальный кожухотрубный теплообменник с раствором мочевины в трубах и с блоком ректификации сверху.

5 Второй поток газа СД подается из диссоциатора СД в секцию конденсации СД (СКСД). Секция конденсации СД имеет выпускное отверстие жидкости для раствора карбамата.

Установка содержит линию подачи газа для первого потока газа СД из блока обработки СД прямо или косвенно, предпочтительно прямо, в секцию конденсации СД
10 таким образом, чтобы по меньшей мере часть указанного газа, предпочтительно весь, передавалась в виде газа на секцию конденсации СД. Таким образом, CO_2 , содержащийся в отпаренном растворе мочевины, может быть выгодно извлечен с использованием секции конденсации СД.

В вариантах осуществления изобретения с предпочтительным (по существу)
15 адиабатическим мгновенным испарением, по меньшей мере часть пара мгновенного испарения может быть использована для коррекции (уменьшения) соотношения N/C в секции конденсации СД. Объединенная конденсация карбамата из первого и второго газовых потоков СД в секции конденсации СД обеспечивает оптимальное соотношение N/C, близкое к 2, образующегося конденсата, т. е. раствора карбамата. Таким образом,
20 имеется возможность извлечения CO_2 в виде раствора карбамата. Конденсация карбамата также предпочтительно достигается при относительно более высокой температуре (более высокой точке конденсации) с преимущественным относительно низким соотношением N/C в секции конденсации СД.

Благодаря блоку обработки СД, CO_2 , содержащийся в первом потоке газа СД из
25 блока обработки СД, причем указанный CO_2 происходит из отпаривателя ВД, может быть использован и восстановлен в секции конденсации СД, таким образом, потребление пара в отпаривателе ВД может быть ниже при неизменной эффективности отпарки α . Таким образом, относительно большее количество CO_2 может выгодно подаваться в отпариватель ВД. В предпочтительных вариантах
30 осуществления изобретения с блоком потребления аммиака, например, секцией аммиачной селитры, отпариватель ВД может выгодно работать с относительно более низкой эффективностью отпарки α по сравнению с секциями производства мочевины, производящими только расплав мочевины, поскольку NH_3 , включенный в отпаренный раствор мочевины (также в виде карбамата) и принимаемый предпочтительным
35 диссоциатором НД, может использоваться в предпочтительном блоке потребления аммиака, например, подвергаться реакции в предпочтительной секции аммиачной

селитры. Специалисту в данной области техники понятно, что в контексте установок по производству мочевины более низкая эффективность отпарки α , как этот термин используется в данной области техники, может обеспечить преимущество.

Секция конденсации СД содержит один или более конденсаторов карбамата СД и имеет выпускное отверстие жидкости для раствора карбамата СД, соединенное, например, с линией подачи рециркуляции в секцию синтеза ВД. Секция конденсации СД также содержит выпускное отверстие для неконденсируемого газа. Газ подают, например, на абсорбер или скруббер, или, например, на секцию нейтрализации необязательной секции АС. Как правило, установка содержит только линию рециркуляции от блока СД до секции синтеза ВД для раствора карбамата. Как правило, установка не включает в себя конденсатор аммиака и не включает в себя специальную линию рециркуляции для аммиака в секцию синтеза ВД.

Секция конденсации СД может содержать конденсатор карбамата СД, работающий с охлаждающим флюидом, например, охлаждающей жидкостью, например, охлаждающей водой, необязательно в качестве второго конденсатора карбамата СД, расположенного после первого конденсатора карбамата СД, причем первый конденсатор, например, находится в тепловом сообщении с предварительным испарителем, как рассмотрено выше. Второй конденсатор представляет собой, например, кожухотрубный теплообменник. Второй конденсатор принимает, например, как пар, так и жидкость из первого конденсатора карбамата СД. Секция конденсации СД дополнительно содержит газожидкостный сепаратор, в частности, для отделения раствора карбамата от неконденсируемого газа.

Секция конденсации СД предпочтительно принимает водный поток, например, аммиачную воду, например, водный поток из секции очистки сточных вод или, например, паровой конденсат. Таким образом, предпочтительно, избегают кристаллизации карбамата. Необязательно секция конденсации СД принимает, например, раствор карбамата НД из необязательного конденсатора карбамата НД, если он используется.

Необязательно, по меньшей мере один конденсатор в секции конденсации СД (СКСД) находится в теплообменном контакте через теплообменную стенку с необязательным предварительным испарителем (ПИ), который используется для концентрирования раствора мочевины, например, раствора мочевины, принимаемого прямо или косвенно из диссоциатора НД, как было рассмотрено выше и будет рассмотрено далее, посредством выпаривания воды при нагревании с получением концентрированного раствора мочевины и потока паров. Конденсация карбамата

является экзотермическим процессом. Это обеспечивает выгодное рациональное использование тепловой энергии.

Предварительный испаритель содержит, например, секцию теплообмена и секцию разделения газа и жидкости. Например, раствор мочевины в предварительном
5 испарителе имеет абсолютное давление 0,4–0,6 бар.

Термин «предварительный испаритель» в контексте данного документа не означает, что необходимо использовать дополнительный испаритель. Например, концентрированный раствор мочевины может использоваться в чистом виде, например, для изготовления UAN (urea ammonium nitrate, жидкого удобрения на основе
10 аммиаката мочевины и аммиачной селитры). Концентрированный раствор мочевины также может быть дополнительно концентрирован для получения, например, расплава мочевины, и установка может содержать секцию выпаривания для дальнейшего концентрирования раствора мочевины из предварительного выпарного испарителя.

Секция конденсации СД, в частности, первый конденсатор СД, образован,
15 например, по меньшей мере частично, теплообменником, имеющим теплообменную стенку и первую и вторую зоны, которые находятся в теплообменном контакте друг с другом через указанную стенку, с технологическими жидкостями СД в первой зоне, в частности, первым и вторым газовыми потоками СД, подлежащими конденсации, и раствором мочевины во второй зоне. Секция конденсации СД образована, например, по
20 меньшей мере частично, кожухотрубным теплообменником с технологической средой СД в межтрубном пространстве и раствором мочевины в трубах, в частности, в качестве указанного первого конденсатора СД. Вторая зона работает, например, при более низком давлении, чем первая зона. Теплообмен предпочтительно обеспечивает интеграцию тепла.

Предпочтительно относительно низкое соотношение N/C в СКСД позволяет конденсировать карбамат при относительно высокой температуре и способствует
25 эффективному испарению воды в предварительном испарителе посредством интеграции тепла.

Предпочтительно раствор мочевины СД из диссоциатора СД расширяется до НД
30 и предпочтительно нагревается при НД, с разделением на газ и жидкость в блоке обработки НД (например, диссоциаторе НД), для дальнейшей очистки раствора мочевины посредством извлечения аммиака и/или карбамата, с получением потока мочевины НД и потока газа НД. Расширение до НД и нагрев при НД осуществляется, например, в специальном блоке обработки НД или в том же блоке обработки НД,
35 который используется для обработки раствора мочевины после выхода жидкости из блока обработки СД.

Соответственно, установка предпочтительно содержит диссоциатор низкого давления (НД), конденсатор карбамата НД, линию подачи, например, подсоединение потока жидкости, для раствора мочевины из указанного диссоциатора СД к указанному диссоциатору НД, необязательно через отпариватель СД, и линию подачи газа из
5 указанного диссоциатора НД в указанный конденсатор карбамата НД.

Поток газа НД, например, конденсируется в поток карбамата НД в конденсаторе карбамата НД или, например, подается в виде аммиакосодержащего газового потока в блок потребления аммиака, например, в блок нейтрализации, например, блок
нейтрализации предпочтительно используемой секции АС.

10 Предпочтительно установка содержит диссоциатор низкого давления (НД), конденсатор карбамата НД, линию подачи для раствора мочевины из диссоциатора СД в диссоциатор НД, и линию подачи газа из диссоциатора НД в конденсатор карбамата НД. Предпочтительно, установка содержит отпариватель СД, предпочтительно для адиабатической отпарки СД, имеющий впускное отверстие для раствора мочевины из
15 указанного диссоциатора СД, впускное отверстие для СО₂-содержащего потока газа, например, сырья СО₂ СД и/или газа из испарительной емкости СД, выпускное отверстие для отпаренного раствора мочевины СД и выпускное отверстие для потока газа, соединенное с секцией конденсации СД, предпочтительно установка содержит
линию подачи жидкости для отпаренного раствора мочевины СД из отпаривателя СД в
20 диссоциатор НД. Более подробно отпариватель СД рассмотрен ниже.

Раствор синтеза мочевины из реактора разделяется по меньшей мере на две части, причем первая часть, например, 50–90 об. %, подается в отпариватель ВД, а вторая часть, например, 10–50 об. %, подается в диссоциатор среднего давления (процентное содержание в расчете на общий объем раствора синтеза мочевины).

25 Предпочтительно, это соотношение можно регулировать, таким образом, повышая гибкость установки, например, клапаном, предусмотренным на линии подачи для раствора синтеза мочевины. Например, в периоды снижения потребления общее производство мочевины может быть уменьшено за счет подачи меньшего количества раствора синтеза мочевины в секцию обработки СД. Соотношение оптимизировано
30 таким образом, чтобы поток рецикла из секций СД и НД для синтеза был минимальным. Это приводит к меньшему количеству воды в секции синтеза, что приводит к более эффективному синтезу мочевины.

В некоторых вариантах осуществления изобретения процесс производства мочевины осуществляют в течение по меньшей мере некоторого количества периодов
35 времени с подачей в диссоциатор СД по меньшей мере 30 об. % или по меньшей мере 40 об. % раствора синтеза мочевины.

Разделение раствора синтеза мочевины осуществляется, например, в делителе потока, содержащемся в секции синтеза ВД и при ВД.

В некоторых вариантах осуществления часть сырья CO_2 в секции производства мочевины подается прямо или косвенно в виде потока сырья CO_2 СД в секцию
5 конденсации СД.

В предпочтительном варианте осуществления количество потока сырья CO_2 СД в секцию конденсации СД составляет менее 70 %, или менее 60 %, и, например, более 10 % от количества CO_2 , содержащегося в первом потоке газа СД. Таким образом, значительная часть CO_2 , подаваемая в секцию конденсации СД, поступает из блока
10 обработки СД, обрабатывающего раствор мочевины из отпаривателя ВД, при этом обработка предпочтительно представляет собой адиабатическое мгновенное испарение СД.

Поток сырья CO_2 СД получают, например, из компрессора CO_2 установки по производству мочевины или из зоны, очерченной границами технологического блока. В
15 некоторых вариантах осуществления компрессор CO_2 представляет собой многоступенчатый компрессор и дополнительный поток CO_2 необязательно извлекается из промежуточной ступени компрессора. В некоторых вариантах осуществления поток сырья CO_2 СД получают из специального компрессора CO_2 СД.

В представляющем интерес необязательном варианте осуществления
20 изобретения раствор мочевины из диссоциатора СД подвергают прямому противоточному контакту с потоком газа, например, с потоком газа CO_2 и/или с первым потоком газа СД из блока обработки СД, с нагревом или без, предпочтительно без нагрева, в отпаривателе СД. Это необязательное приведение в контакт может обеспечивать эффект отпарки, в частности, для отпарки NH_3 из раствора мочевины.
25 Отпарка без нагрева при СД может называться адиабатической отпаркой СД. Раствор СД подвергают прямому противоточному контакту, т. е. при СД.

Поток газа, используемый для необязательной адиабатической отпарки СД, представляет собой, например, первый поток газа СД и/или поток сырья CO_2 СД. В некоторых вариантах осуществления только поток сырья CO_2 СД используется для
30 необязательной адиабатической отпарки СД. В некоторых вариантах осуществления переменная комбинация паров мгновенного испарения СД и потока сырья CO_2 СД используется для необязательной адиабатической отпарки СД. В необязательном адиабатическом отпаривателе СД газ, используемый для отпарки, находится, например, в прямом противоточном контакте с раствором мочевины.

35 Если используется, отпариватель СД, например, выполнен с возможностью адиабатической отпарки раствора мочевины из диссоциатора СД посредством прямого

приведения в контакт указанного раствора мочевины с потоком газа, например, с первым потоком газа СД, и газожидкостного разделения с получением потока газа, который подают в СКСД, и отпаренного раствора мочевины СД, который подают в секцию низкого давления, например, в диссоциатор НД.

5 Необязательный отпариватель СД, например, содержит уплотненный слой для указанного приведения в контакт газа с жидкостью.

В обязательном отпаривателе СД соотношение N/C в растворе мочевины снижается, например, от около 6 до около 3 (значения только для примера).

10 Соответственно, отпариватель СД обеспечивает снижение соотношения N/C, аналогично отпаривателю высокого давления CO₂ в секции синтеза ВД.

15 Термин «отпарка» используется для обязательного отпаривателя СД, чтобы в широком смысле указать, что приведение в нем в контакт газа с жидкостью способствует снижению соотношения N/C. Отпарка СД может, например, включать абсорбцию некоторого количества CO₂ в жидкость и перенос некоторого количества NH₃ из жидкой фазы в газовую фазу. Жидкость на выходе составляет, например, 90–110 мас. % жидкости на входе. Обязательная адиабатическая отпарка СД не обязательно включает значительное уменьшение массы жидкой фазы.

20 Для иллюстративных вариантов осуществления изобретения с таким обязательным отпаривателем СД, установка, например, дополнительно содержит диссоциатор низкого давления (НД), конденсатор карбамата НД, линию подачи жидкости для раствора мочевины из отпаривателя СД в указанный диссоциатор НД, и линию подачи газа из указанного диссоциатора НД в указанный конденсатор карбамата НД. Эти блоки НД также могут быть использованы без обязательного отпаривателя СД, в таком случае установка содержит линию подачи жидкости для 25 раствора мочевины из диссоциатора СД прямо или косвенно в диссоциатор НД. Диссоциатор НД, принимающий раствор мочевины прямо из диссоциатора СД, может быть предпочтительным диссоциатором НД, принимающим раствор мочевины прямо или косвенно из блока обработки СД и косвенно из отпаривателя ВД, или дополнительного диссоциатора НД.

30 Диссоциатор НД после диссоциатора СД, с обязательным отпаривателем СД или без него, имеет, например, выпускное отверстие газа, соединенное с впускным отверстием газа в потребляющем аммиак блоке, например, описанном блоке нейтрализации на установке по производству азотной кислоты.

35 Раствор синтеза мочевины богат аммиаком (например, N/C составляет по меньшей мере 3,0), таким образом, второй поток газа СД из диссоциатора СД также богат аммиаком. Для конденсации этого газа в карбамат при СД в секции конденсации

СД соотношение N/C выгодно корректируется (уменьшается), например, чтобы избежать превышения NH_3 и/или для обеспечения большей гибкости, например, для обработки относительно большой фракции раствора синтеза мочевины в диссоциаторе СД. В данном изобретении очень предпочтительно, чтобы первый поток газа СД, например, от предпочтительного мгновенного испарения СД, мог использоваться для этой регулировки соотношения N/C. Это может обеспечивать, что большая часть или даже все сырье CO_2 будет подаваться в установку по производству мочевины и обрабатываться под высоким давлением, в частности, в отпаривателе ВД, таким образом, повышая эффективность отпаривателя ВД и выход мочевины и/или снижая энергопотребление по сравнению с эталонными процессами, в которых для указанной регулировки N/C в секции конденсации СД используется только сырье CO_2 . В вариантах осуществления изобретения с предпочтительной секцией АС, выбросы CO_2 из секции АС также предпочтительно снижаются посредством восстановления CO_2 через блок обработки СД и секцию конденсации СД.

Перепуск части раствора синтеза мочевины вокруг отпарной колонны ВД в секцию обработки СД позволяет создать однолинейную (однопоточную) установку по производству мочевины с большой производительностью, избегая того, чтобы отпариватель стал слишком громоздким и/или слишком большим громоздким для строительства и транспортировки.

Секция производства мочевины дает раствор мочевины, например, раствор мочевины НД. Раствор мочевины может, например, использоваться частично или полностью для производства жидкого удобрения, например, UAN, и для других целей. Раствор мочевины может, например, также использоваться частично или полностью для производства расплава мочевины в секции испарения. Расплав мочевины может использоваться, например, частично или полностью для производства твердой мочевины в секции окончательной обработки, например, в виде гранул или брикетов. Расплав мочевины может использоваться, например, частично или полностью для производства меламина. Также возможна комбинация этих способов использования.

Аспекты изобретения относятся к установке для производства содержащего мочевины продукта.

Предпочтительно установка дополнительно содержит блок потребления аммиака, содержащий впускное отверстие для аммиакосодержащего газа из блока, содержащегося в указанной секции производства мочевины после выпускного отверстия для раствора мочевины из блока обработки СД. Например, блок потребления аммиака имеет выпускное отверстие газа для выпуска газа и при работе CO_2 ,

содержащийся в одном или более потоках газа, принимаемых блоком, выпускается по меньшей мере частично или полностью через указанное выпускное отверстие.

Предпочтительно, установка дополнительно содержит секцию аммиачной селитры, содержащую секцию нейтрализации, выполненную с возможностью
5 нейтрализации азотной кислоты аммиаком с образованием аммиачной селитры и имеющую выпускное отверстие для азотной кислоты и выпускное отверстие для аммиаксодержащего газа из блока, содержащегося в указанной секции производства мочевины после выпускного отверстия для раствора мочевины из блока обработки СД. Например, секция нейтрализации или секция аммиачной селитры имеет выпускное
10 отверстие газа для выпуска и при работе CO_2 , содержащийся в одном или более потоках газа, принимаемых секцией нейтрализации, выпускается по меньшей мере частично или полностью через указанное выпускное отверстие.

В некоторых вариантах осуществления по меньшей мере один из содержащих мочевины продуктов содержит мочевины и аммониевую соль, например, аммиачную
15 селитру. Изобретение также относится к установке для производства мочевины и аммиачной селитры, например, установке для производства по меньшей мере жидкого удобрения UAN (аммиаката мочевины и аммиачной селитры). В некоторых вариантах осуществления изобретения установка имеет только UAN в качестве продукта. В некоторых вариантах осуществления изобретения на установке производят множество
20 содержащих мочевины продуктов.

В конкретном варианте осуществления изобретения раствор мочевины из блока обработки СД обрабатывают в диссоциаторе НД с получением раствора мочевины НД и аммиаксодержащего газа НД, причем газ, например, подают в блок потребления аммиака, например, на установку по производству аммиачной селитры (АС), в
25 частности, для подачи части или всего аммиака, используемого для нейтрализации кислоты, например, для нейтрализации азотной кислоты с получением аммиачной селитры в указанной секции АС. Диссоциатор НД и/или дополнительный диссоциатор НД имеет, например, выпускное отверстие газа, которое находится в сообщении по газовому потоку с впускным отверстием газа в секции нейтрализации.

В этих вариантах осуществления изобретения установка представляет собой установку интегрированного производства мочевины и аммиачной селитры, а способ представляет собой способ интегрированного производства мочевины и аммиачной селитры. Необязательно, часть или весь продукт мочевины, например, весь или часть раствора мочевины НД из по меньшей мере одного диссоциатора НД, объединяют с
35 аммиачной селитрой с образованием раствора аммиаката мочевины и аммиачной селитры (UAN), который можно использовать, например, в качестве удобрения. Также

в этих вариантах осуществления изобретения необязательная вторая часть продукта мочевины может использоваться, например, в качестве сырья для установки по производству меламина или, например, для подачи в секцию окончательной обработки для производства продукта твердой мочевины.

5 В вариантах осуществления изобретения с секцией АС, секция НД, например, работает при абсолютном давлении 1,10–3,0 бар, например, около 1,5 бар абсолютного давления. Относительно низкое давление способствует лучшему извлечению NH_3 в диссоциаторе НД. Секция нейтрализации в секции АС работает, например, при атмосферном давлении.

10 Предпочтительно, блок обработки СД способствует относительно более низким выбросам CO_2 из секции АС. Таким образом дополнительно снижается нагрузка на компрессор ВД CO_2 (сырья CO_2 в отпариватель ВД).

Изобретение также относится к способу производства содержащего мочевины продукта, осуществляемому на установке по изобретению, рассмотренной выше и
15 далее. Способ включает, например, взаимодействие сырья NH_3 и сырья CO_2 в указанном реакторе с получением раствора синтеза мочевины. Раствор синтеза мочевины разделяют на по меньшей мере первую часть и вторую часть, предпочтительно с использованием соотношения деления, описанного выше. Первую часть подают в отпариватель ВД с получением, таким образом, отпаренного
20 раствора мочевины. Отпаренный раствор мочевины подвергают обработке при среднем давлении в блоке обработки СД для извлечения из раствора одного или более компонентов, отличных от мочевины, с получением указанного первого потока газа СД и раствора мочевины СД, имеющего более высокую концентрацию мочевины. Вторую часть подвергают диссоциации при среднем давлении в указанном диссоциаторе СД с
25 получением указанного второго потока газа СД и раствора мочевины СД. Способ дополнительно включает подачу указанных первого и второго потоков газа СД по меньшей мере частично в указанную секцию конденсации СД.

Установка по производству мочевины может быть, например, новой комплексной установкой, но также может быть получена, например, посредством модификации
30 существующей установки.

Изобретение относится к способу модификации существующей установки по производству мочевины отпарного типа для CO_2 посредством добавления блока обработки СД, диссоциатора СД и конденсатора карбамата СД.

Изобретение также относится к способу модификации существующей установки
35 по производству мочевины отпарного типа для CO_2 и уже содержащей диссоциатор СД

и конденсатор карбамата СД, посредством добавления блока обработки СД после отпаривателя ВД.

Изобретение также относится к способу модификации существующей установки для производства содержащего мочевины продукта. Существующая установка
5 содержит, например, секцию производства мочевины, содержащую секцию синтеза высокого давления (ВД), содержащую отпариватель ВД, реактор синтеза мочевины из NH_3 и CO_2 и конденсатор карбамата ВД, причем реактор и конденсатор карбамата ВД необязательно являются объединенными, при этом отпариватель ВД имеет впускное отверстие для подачи CO_2 в качестве газа отпарки. Существующая установка также,
10 как правило, содержит компрессор CO_2 ВД. Способ включает, например, добавление, если еще не присутствует в существующей установке, диссоциатора СД и секции конденсации СД, и подсоединение выпускного отверстия для раствора синтеза мочевины к диссоциатору СД, и линии подачи газа для второго потока газа СД из диссоциатора СД к СД секции конденсации. Кроме того, способ включает добавление к
15 установке блока обработки среднего давления (СД), предпочтительно адиабатической испарительной емкости СД, и линии подачи жидкости для отпаренного раствора мочевины из указанного отпаривателя ВД в указанный блок обработки СД, линии подачи газа для первого потока газа СД из блока обработки СД в секцию конденсации СД.

20 Необязательно способ также включает добавление к установке необязательного отпаривателя СД. В предпочтительном варианте осуществления изобретения способ включает добавление специального компрессора CO_2 к существующей установке для сжатия CO_2 до СД и имеющего выпускное отверстие для CO_2 , соединенное с линией подачи газа прямо или косвенно в конденсатор карбамата СД. В этом варианте
25 осуществления изобретения предпочтительно, чтобы производительность установки могла быть увеличена без увеличения или модификации компрессора CO_2 ВД.

Рассмотренные способы модернизации (способы модификации существующей установки) предпочтительно соответствуют заявленной установке. Предпочтения в отношении заявленной установки применимы также к способу модификации
30 существующей установки. Элементы блоков, описанных в отношении установки, также применимы к блокам, используемым или добавляемым в способе модификации существующей установки. Соединение выпускного отверстия жидкости из конденсатора карбамата СД с секцией синтеза ВД может включать добавление насоса карбамата ВД. Способ может также включать установку последующего реактора для эффективного
35 увеличения объема реактора.

На **Фиг. 1** схематически проиллюстрирован пример варианта осуществления способа и установки по изобретению.

Установка содержит секцию производства мочевины (СПМ), содержащую секцию синтеза высокого давления (ВД) (ССВД), причем указанная секция ВД содержит
 5 отпариватель ВД (ОВД), реактор (РВД) для синтеза мочевины из NH_3 и CO_2 , в частности, реактор синтеза мочевины ВД, и конденсатор карбамата ВД (ККВД). Отпариватель ВД имеет впускное отверстие для подачи CO_2 в качестве газа отпарки. Реактор и конденсатор карбамата ВД необязательно являются объединенными в одном сосуде. Конденсатор карбамата ВД (ККВД) приведен только в качестве примера,
 10 схематично изображенного в виде горизонтального погружного конденсатора. Необязательно в конденсаторе карбамата ВД (ККВД) уже происходит некоторое образование мочевины. Секция синтеза ВД, например, конденсатор карбамата ВД, содержит впускное отверстие для сырья NH_3 .

Секция производства мочевины дополнительно содержит блок обработки
 15 среднего давления (СД) (БОСД), диссоциатор СД (ДСД) и секцию конденсации СД (СКСД). Реактор мочевины ВД имеет выпускное отверстие для раствора синтеза мочевины (1), соединенное с первой линией подачи жидкости (1а) в отпариватель ВД и второй линией подачи жидкости (1b) в диссоциатор СД (ДСД).

Секция производства мочевины содержит линию подачи жидкости для
 20 отпаренного раствора мочевины (2) из отпаривателя ВД (ОВД) в блок обработки СД (БОСД), линию подачи газа для потока газа (3) из отпаривателя ВД, линию подачи газа для первого потока газа СД (4) из блока обработки СД (БОСД) в секцию конденсации СД (СКСД) и линию подачи газа для второго потока газа СД (5) из диссоциатора СД (ДСД) в секцию конденсации СД (СКСД).

Газ (3) из отпаривателя ВД направляется в конденсатор карбамата ВД (ККВД), где он конденсируется. Карбаматсодержащий поток (6) подают в реактор. Блок
 обработки СД (БОСД) имеет выпускное отверстие (7) для первого раствора мочевины СД. Диссоциатор СД (ДСД) имеет выпускное отверстие (8) для второго раствора мочевины СД. Секция конденсации СД (СКСД) имеет выпускное отверстие для
 30 раствора карбамата СД (9) и выпускное отверстие для газа (10). Секция конденсации СД (СКСД) имеет, например, теплообменную стенку в теплообменном контакте с необязательным предварительным испарителем (ПИ), используемым для нагрева раствора мочевины (11а) для извлечения воды из этого раствора. Концентрированный раствор мочевины (11b) подается, например, в необязательную секцию конечной
 35 обработки для производства твердой мочевины.

Как правило, как проиллюстрировано, раствор мочевины (7) из блока обработки СД (БОСД) подается прямо или косвенно в диссоциатор НД (ДНД), который также может быть описан как блок термической обработки НД и который используется для нагрева раствора. Диссоциатор НД (ДНД) имеет выпускное отверстие для раствора мочевины НД (11) и выпускное отверстие для газа НД (12). Газ НД подается, например, прямо или косвенно в блок потребления аммиака, например, в секцию нейтрализации в секции аммиачной селитры (АС). Реактор, например, имеет выпускное отверстие (13) для газа, который, например, также подается в секцию нейтрализации.

В иллюстративном способе модификации существующей установки блок обработки СД, диссоциатор СД и секцию конденсации СД, а также предварительный испаритель добавляют к существующей установке. Также добавляют соответствующие подсоединения потоков.

На **Фиг. 2** схематически проиллюстрирован пример варианта осуществления способа и установки по изобретению, с необязательным отпаривателем СД (ОСД). Необязательный отпариватель СД принимает раствор мочевины (8) из диссоциатора СД (ДСД) и имеет впускное отверстие для газа отпарки CO_2 , как правило, потока газа CO_2 СД, например, в виде первого потока газа СД (4) и/или газообразного сырья CO_2 СД. Газообразное сырье CO_2 СД необязательно используется в добавление к сырью CO_2 ВД в отпариватель ВД. Необязательный отпариватель СД (ОСД) имеет выпускное отверстие для потока газа (15), соединенное с секцией конденсации СД (КССД), и выпускное отверстие (14) для раствора мочевины, соединенное с блоком диссоциации НД (ДНД-2). Необязательный отпариватель СД (ОСД) также может принимать первый поток газа СД (4). Блок диссоциации НД, как правило, имеет выпускное отверстие (16), соединенное с линией подачи газа в конденсатор карбамата НД, а также выпускное отверстие (17) для раствора мочевины НД. В альтернативном варианте осуществления изобретения выпускное отверстие газа (16) соединено с секцией нейтрализации в секции аммиачной селитры (АС).

В данной области применения для технологических потоков (т. е. не для паропроводов) высокое давление (ВД) превышает 100 бар, например, составляет от 120 до 300 бар, как правило, от 150 до 200 бар. Среднее давление (СД) составляет, например, 10–70 бар (включая промежуточное давление 30–70 бар), в частности, 10–40 бар, и низкое давление (НД) составляет, например, 1,0–10 бар, в частности, 1,0–8 бар, например, 1,5–5 бар. Все значения давления указаны в барах абсолютного давления.

Соотношение N/C т. е. молярное отношение NH_3 к CO_2 , в контексте данного документа, для реактора отражает состав так называемой исходной смеси перед

производством мочевины, состоящей только из NH_3 , CO_2 и H_2O , используемой в области техники установок по производству мочевины. В частности, соотношение N/C для зоны реакции отражает состав так называемой исходной смеси перед производством мочевины, состоящей только из NH_3 , CO_2 и H_2O , измеряемый на выходе из реактора, как этот термин обычно используется в данной области техники. Соотношение N/C для конденсаторов карбамата представляет собой молярное отношение NH_3 к CO_2 , измеряемое на выходе для раствора карбамата. Соотношение N/C для потоков газа представляет собой молярное отношение NH_3 к CO_2 . Соотношение N/C для растворов мочевины после секции синтеза ВД представляет собой молярное отношение NH_3 к CO_2 фактической смеси на основе карбамата в пересчете на соответствующие количества NH_3 и CO_2 , т. е. без учета компонента мочевины.

Термин «карбамат» в контексте данного документа относится к карбамату аммония, обычно используемому в области производства мочевины.

Термины «типичный» и «в частности» используются для обозначения признаков, которые могут использоваться в некоторых вариантах осуществления, но не являются обязательными. Также предпочтительные признаки не являются обязательными.

Термин «жидкостное сообщение» и термин «линия подачи жидкости» относятся к линии подачи (например, трубопроводу или каналам), обеспечивающей прохождение жидкости между двумя блоками, необязательно через ряд промежуточных блоков. Жидкостное сообщение (и линия подачи жидкости) не связаны с переносом газовой фазы, и, следовательно, два блока, соединенные испарителем, линией подачи пара и конденсатором, не находятся в жидкостном сообщении (не соединены линией подачи жидкости), хотя они находятся в сообщении по текучей среде (которое включает как перенос газовой фазы, так и перенос жидкости). Первый блок находится в жидкостном сообщении со вторым блоком, например, если выпускное отверстие для жидкости в первом блоке соединено с впускным отверстием конденсатора, а выпускное отверстие для жидкости конденсатора соединено с впускным отверстием второго блока.

Эффективность отпаривателя (альфа) определяется, как количество аммиака, преобразованного в мочевины (и биурет), деленное на общее количество аммиака, как правило, измеряемое на выходе жидкости из отпаривателя. Это определение эквивалентно определению конверсии NH_3 на выходе из отпаривателя. Следовательно, $\alpha = (2 * \text{мас. \% мочевины}/60) / ((2 * \text{мас. \% мочевины}/60) + (\text{мас. \% NH}_3/17))$, измеряется на выходе жидкости из отпаривателя, причем мас. % NH_3 включает все виды аммиака, включая карбамат аммония. Специалисту в данной области техники понятно, что «эффективность отпарки» относится к чистоте мочевины на выходе жидкости из отпаривателя, а не к эффективности использования энергии отпаривателя.

Конденсация в конденсаторе карбамата относится к так называемой карбаматной конденсации, которая включает реакционное взаимодействие NH_3 с CO_2 с образованием карбамата аммония, который представляет собой жидкость, таким образом, фактически газообразные NH_3 и CO_2 превращаются в карбамат в жидкой фазе. Разложение карбамата относится к реакции диссоциации карбамата на NH_3 и CO_2 .

Термин «корпусное пространство» в контексте данного документа относится к межтрубному пространству кожухотрубного теплообменника.

Предпочтения, указанные для установки по изобретению, применимы также к способу модернизации и способу по изобретению. Способ производства мочевины по изобретению предпочтительно осуществляют на установке по изобретению. Интегрированный процесс предпочтительно осуществляют на интегрированной установке. Способом модернизации по изобретению предпочтительно получают установку(и) по изобретению в виде модифицированной установки.

Некоторые варианты осуществления изобретения относятся к установке и способу производства содержащего мочевины продукта. Установка содержит блок диссоциации среднего давления и отпариватель CO_2 высокого давления, каждый из которых принимает часть раствора синтеза мочевины. Отпаренный раствор мочевины далее обрабатывают в блоке обработки среднего давления.

ПРИМЕР 1

В установке по производству мочевины в соответствии с изобретением, в частности, согласно Фиг. 2, однако с выпускным отверстием газа (16), соединенным с секцией нейтрализации в секции аммиачной селитры (АС), в подавали 34000 кг/час CO_2 отпариватель ВД, 4000 кг/ч газообразного потока CO_2 СД в отпариватель СД (ОСД) и большую часть по потоку (15) в секцию конденсации СД (СКСД), и 7000 кг/ч CO_2 извлекали из отпаренного раствора мочевины (2) в блоке обработки СД (БОСД), представляющем собой адиабатическую испарительную емкость СД, и подавали в виде первого потока газа СД (4) из блока обработки СД (БОСД) в отпариватель СД (ОСД). Таким образом, CO_2 полностью конденсировался в секции конденсации СД (СКСД). Выбросы CO_2 из секции аммиачной селитры (АС) уменьшали с использованием 7000 кг/ч CO_2 и достигали предпочтительной концентрации мочевины в предварительном испарителе (ПИ). Н

Настоящее изобретение включает в себя, без ограничения, следующие приведенные в качестве примера варианты реализации:

1. Установка по производству содержащего мочевины продукта, содержащая секцию производства мочевины (СПМ), содержащую секцию синтеза высокого давления (ВД) (ССВД), содержащую отпариватель ВД (ОВД), реактор (РВД) для синтеза мочевины из NH_3 и CO_2 , и конденсатор карбамата ВД (ККВД), причем реактор и конденсатор карбамата ВД необязательно являются объединенными, секция производства мочевины дополнительно содержит блок обработки среднего давления (СД) (БОСД), диссоциатор СД (ДСД) и секцию конденсации СД (СКСД), при этом реактор имеет выпускное отверстие для раствора синтеза мочевины (1), соединенное с первой линией подачи жидкости (1а), соединенной с отпаривателем ВД, причем указанное выпускное отверстие также соединено со второй линией подачи жидкости (1б), соединенной с диссоциатором СД (ДСД), при этом отпариватель ВД имеет впускное отверстие для подачи CO_2 в качестве газа отпарки, при этом установка содержит линию подачи жидкости для отпаренного раствора мочевины (2) из указанного отпаривателя ВД (ОВД) в указанный блок обработки СД (БОСД), линию подачи газа для первого потока газа СД (4) из блока обработки СД (БОСД) в секцию конденсации СД (СКСД) и линию подачи газа для второго потока газа СД (5) из диссоциатора СД (ДСД) в секцию конденсации СД (СКСД).
2. Установка по п. 1, отличающаяся тем, что блок обработки СД (БОСД) и диссоциатор СД (ДСД) расположены параллельно.
3. Установка по п. 1 или 2, отличающаяся тем, что диссоциатор СД (ДСД) представляет собой теплообменник, где пар используется в качестве теплоносителя.
4. Установка по любому из пп. 1–3, отличающаяся тем, что вторая линия подачи жидкости обходит отпариватель ВД.
5. Установка по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащая секцию аммиачной селитры (АС), содержащую секцию нейтрализации, выполненную с возможностью нейтрализации азотной кислоты аммиаком с образованием нитрата аммония и имеющую впускное отверстие для азотной кислоты и впускное отверстие для аммиаксодержащего газа из блока, входящего в указанную секцию производства мочевины, после выпускного отверстия раствора мочевины из блока обработки СД, при этом установка дополнительно содержит диссоциатор низкого давления (НД) (ДНД) и линию подачи жидкости (7) для раствора мочевины СД (7) из блока обработки

СД (БОСД) в указанный диссоциатор НД и линию подачи газа (12) для аммиаксодержащего газа НД (12) из указанного диссоциатора НД в указанную секцию нейтрализации.

5 6. Установка по п. 5, дополнительно содержащая линию подачи жидкости (8) из указанного диссоциатора СД (ДСД) в указанный диссоциатор НД или в дополнительный диссоциатор НД, указанный дополнительный диссоциатор НД имеет выпускное отверстие для раствора мочевины НД и выпускное отверстие для второго аммиаксодержащего потока газа НД, соединенное с указанной секцией
10 нейтрализации.

7. Установка по любому из пп. 5–6, отличающаяся тем, что указанный блок обработки СД (БОСД) содержит испарительную емкость СД (ИСД), принимающую указанный отогнанный раствор мочевины (2) и имеющую выпускное отверстие для
15 указанного первого потока газа СД (4) и выпускное отверстие для раствора мочевины СД (7).

8. Установка по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что выпускное отверстие жидкости для раствора карбамата (9) в указанной секции
20 конденсации СД (СКСД) соединено с линией подачи рециркуляции в указанную секцию синтеза ВД.

9. Установка по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что содержит предварительный испаритель (ПИ) для извлечения воды из раствора
25 мочевины (11а), причем указанная секция конденсации СД (СКСД) содержит теплообменную стенку для обмена теплом с указанным предварительным испарителем (ПИ), предпочтительно при этом установка содержит кожухотрубный теплообменник, имеющий трубное пространство и межтрубное пространство, причем трубное
30 пространство обеспечивает предварительный испаритель (ПИ) и при этом межтрубное пространство обеспечивает по меньшей мере часть секции конденсации СД (СКСД).

10. Установка по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что содержит разделение линии подачи раствора синтеза мочевины ВД на указанную
35 первую линию подачи жидкости и указанную вторую линию подачи жидкости, предпочтительно разделение содержит клапан.

11. Способ производства содержащего мочевины продукта, осуществляемый в установке по любому из пп. 1–10, включающий:
- взаимодействие сырья NH_3 и сырья CO_2 в указанном реакторе с получением раствора синтеза мочевины;
 - разделение указанного раствора синтеза мочевины по меньшей мере на первую часть и вторую часть;
 - подачу указанной первой части в указанный отпариватель ВД с получением, таким образом, отпаренного раствора мочевины;
 - подвергание указанного отпаренного раствора мочевины обработке при среднем давлении в указанном блоке обработки СД (БОСД) с получением указанного первого потока газа СД (4);
 - подвергание указанной второй части диссоциации при среднем давлении в указанном диссоциаторе СД (ДСД) с получением указанного второго потока газа СД (5) и раствора мочевины СД, и
 - подачу указанных первого и второго потоков газа СД по меньшей мере частично в указанную секцию конденсации СД (КСД).
12. Способ по п. 11, отличающийся тем, что NH_3 и CO_2 извлекают из указанного отпаренного раствора мочевины в указанном блоке обработки СД при молярном отношении NH_3 к CO_2 менее 2,0.
13. Способ по п. 10 или 12, отличающийся тем, что указанная обработка в указанном блоке обработки СД (БОСД) включает по существу адиабатическое испарение отпаренного раствора мочевины (2) с получением указанного первого потока газа СД (4).
14. Способ по любому из пп. 11–13, дополнительно включающий подвергание раствора мочевины (7), полученного прямо или косвенно из указанного блока обработки СД (БОСД), диссоциации при низком давлении с получением раствора мочевины НД (11) и аммиаксодержащего газа НД (12), и использование указанного аммиаксодержащего газа НД (12) для нейтрализации азотной кислоты с образованием аммиачной селитры.
15. Способ модификации существующей установки производства содержащего мочевины продукта, отличающийся тем, что существующая установка содержит секцию

производства мочевины (СПМ), содержащую секцию синтеза высокого давления (ВД) (ССВД), содержащую отпариватель ВД (ОВД), реактор (РВД) синтеза мочевины из NH_3 и CO_2 и конденсатор карбамата ВД (ККВД), причем реактор и конденсатор карбамата ВД необязательно являются объединенными, при этом отпариватель ВД имеет

5 выпускное отверстие для подачи CO_2 в качестве газа отпарки, причем способ включает добавление:

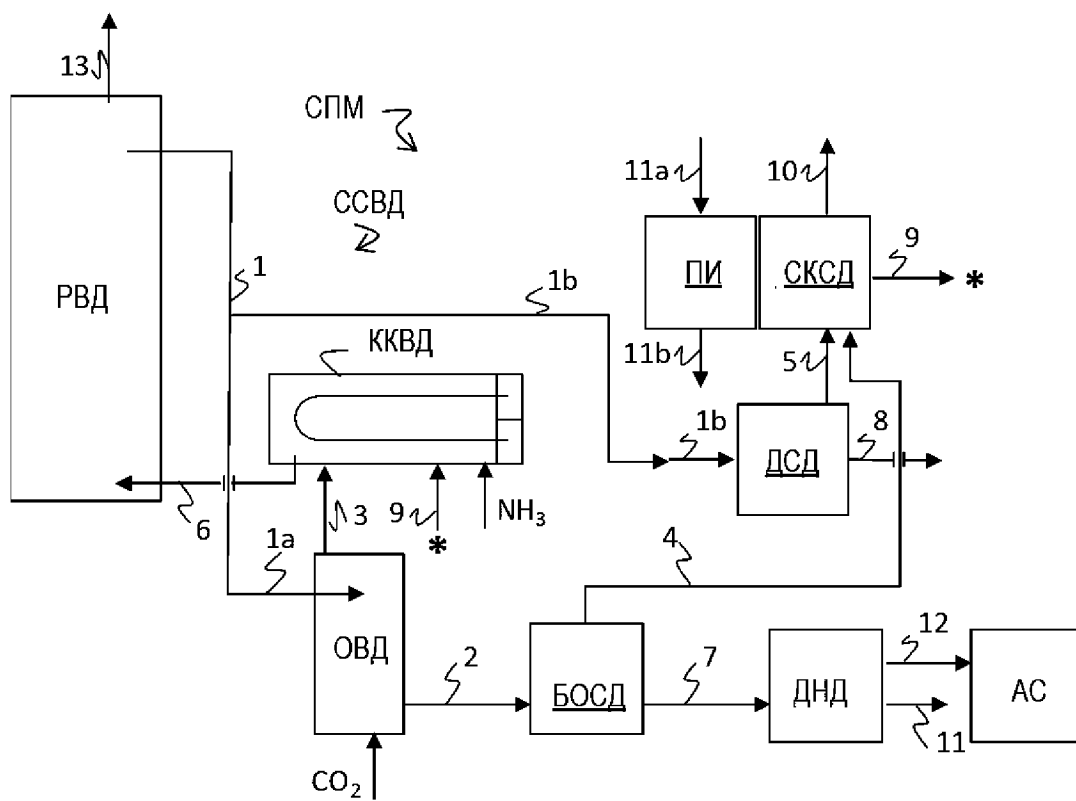
- диссоциатора СД (ДСД) и секции конденсации СД (КСД), и подсоединение выпускного отверстия для раствора синтеза мочевины (1) к диссоциатору СД (ДСД), если он еще не присутствует на существующей установке,
- 10 - блока обработки среднего давления (СД) (БОСД) и линии подачи жидкости для отпаренного раствора мочевины (2) из указанного отпаривателя ВД (ОВД) в указанный блок обработки СД (БОСД), линии подачи газа для первого потока газа СД (4) из блока обработки СД (БОСД) в секцию конденсации СД (КСД), и
- линии подачи газа для второго потока газа СД (5) из диссоциатора СД (ДСД) в
- 15 секцию конденсации СД (КСД), если она еще не присутствует на установке; таким образом, предпочтительно получая установку по п. 1.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

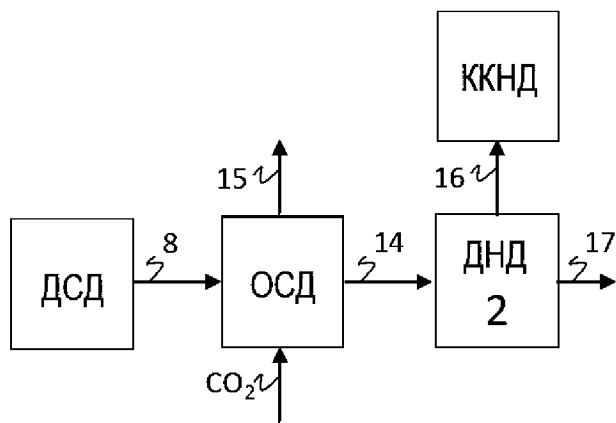
1. Установка по производству содержащего мочевины продукта, содержащая секцию производства мочевины (СПМ), содержащую секцию синтеза высокого давления (ВД) (ССВД), содержащую отпариватель ВД (ОВД), реактор (РВД) для синтеза мочевины из NH_3 и CO_2 , и конденсатор карбамата ВД (ККВД), причем реактор и конденсатор карбамата ВД необязательно являются объединенными, секция производства мочевины дополнительно содержит блок обработки среднего давления (СД) (БОСД), диссоциатор СД (ДСД) и секцию конденсации СД (СКСД), при этом реактор имеет выпускное отверстие для раствора синтеза мочевины (1), соединенное с первой линией подачи жидкости (1а), соединенной с отпаривателем ВД, причем указанное выпускное отверстие также соединено со второй линией подачи жидкости (1б), соединенной с диссоциатором СД (ДСД), при этом вторая линия подачи жидкости (1б) обходит отпариватель ВД, при этом отпариватель ВД имеет впускное отверстие для подачи CO_2 в качестве газа отпарки, при этом установка содержит линию подачи жидкости для отпаренного раствора мочевины (2) из указанного отпаривателя ВД (ОВД) в указанный блок обработки СД (БОСД), линию подачи газа для первого потока газа СД (4) из блока обработки СД (БОСД) в секцию конденсации СД (СКСД), и линию подачи газа для второго потока газа СД (5) из диссоциатора СД (ДСД) в секцию конденсации СД (СКСД), при этом указанный блок обработки СД (БОСД) содержит испарительную емкость СД (ИСД), которая выполнена с возможностью принимать указанный отпаренный раствор мочевины (2) и имеет выпускное отверстие для газа для указанного первого потока газа СД (4) и выпускное отверстие для жидкости для раствора мочевины СД (7), при этом установка также содержит отпариватель СД для подвергания раствора мочевины из диссоциатора СД (ДСД) прямому противоточному контакту с первым потоком газа СД из блока обработки СД (БОСД).

2. Установка по п. 1, отличающаяся тем, что блок обработки СД (БОСД) и диссоциатор СД (ДСД) расположены параллельно.

3. Установка по п. 1 или 2, отличающаяся тем, что диссоциатор СД (ДСД) представляет собой теплообменник, где пар используется в качестве теплоносителя.
- 5 4. Установка по п. 1, отличающаяся тем, что отпариватель СД выполнен с возможностью осуществления адиабатической отпарки.
5. Установка по п. 1, отличающаяся тем, что содержит линию подачи жидкости (8) из указанного отпаривателя СД в дополнительный диссоциатор НД, при этом дополнительный диссоциатор НД имеет выпускное отверстие для раствора мочевины и выпускное отверстие для второго аммиакосодержащего потока газа НД, соединенное с конденсатором карбамата низкого давления.
- 10 6. Установка по п. 5, отличающаяся тем, что содержит диссоциатор НД (ДНД), соединенный с возможностью получения раствора мочевины СД (7) из испарительной емкости СД (ИСД), причем диссоциатор НД имеет выпускное отверстие для газа, соединенное с впускным отверстием для газа в потребляющем аммиак блоке, при этом выпускное отверстие для жидкости для раствора мочевины СД (7) из испарительной емкости СД соединено с
- 15 диссоциатором НД, который имеет первое выпускное отверстие для раствора мочевины НД и второе выпускное отверстие для аммиакосодержащего газа НД, при этом второе выпускное отверстие для аммиакосодержащего газа НД соединено с потребляющим аммиак блоком, например установкой по
- 20 производству аммиачной селитры (АС).



ФИГ. 1



ФИГ. 2