

Данное изобретение относится к усовершенствованному способу синтеза мочевины, в котором не прореагировавшие аммиак и двуокись углерода, содержащиеся в растворе для синтеза мочевины, разделяют в виде газообразной смеси аммиака, двуокиси углерода и воды при давлении, по существу равном давлению синтеза мочевины, при этом газообразную смесь конденсируют при охлаждении в конденсаторе с многотрубным холодильником, а полученный таким образом конденсат возвращают на стадию синтеза мочевины.

Хорошо известны способы синтеза мочевины, включающие реакцию аммиака и двуокиси углерода в колонне синтеза мочевины при давлении и температуре синтеза мочевины, отделение карбамата аммония от полученного таким образом раствора для синтеза мочевины при давлении, по существу равном давлению синтеза мочевины, в виде газообразной смеси аммиака и двуокиси углерода, создавая поглощающую среду для поглощения указанной газообразной смеси таким образом, чтобы рециркулировать поглощенную среду в колонну синтеза мочевины, и отдельную подачу раствора мочевины из раствора для синтеза мочевины, от которого указанный карбамат аммония был отделен. Относительно этих способов высказывалось множество предложений. В этих процессах, поскольку жидкости дают возможность стекать вниз из конденсатора в колонну синтеза, а из колонны синтеза мочевины в стриппер за счет разницы в высоте, необходимо помещать конденсатор и колонну синтеза мочевины на высоте.

Хорошо известно, что вышеописанные способы предусматривают использование предотвращающего коррозию кислорода, подаваемого в колонну синтеза мочевины, конденсатор и стриппер в качестве защиты от коррозии. Кислород, будучи растворенным в растворе для синтеза мочевины, подают на антикоррозийные пленки во внутренней части оборудования, поэтому внутренняя часть оборудования защищена от коррозии.

Как описано выше, даже если внутренняя часть погружена в высококоррозионный регенерирующий раствор или раствор для синтеза мочевины, предупреждение коррозии возможно до тех пор, пока подается предотвращающий коррозию кислород, хотя это зависит от рабочего давления и температуры, условий жидкости и других условий.

Из-за того, что на установку и ремонт оборудования уходит много времени и труда, были разработаны способы синтеза мочевины, в которых колонна синтеза мочевины и другое оборудование размещены на полу.

В заявке на Японский патент № 234364/1997 описан способ синтеза мочевины, позволяющий размещать колонну синтеза и другое оборудование на земле.

Данное предложение относится к способу синтеза мочевины, а также к устройству для его осуществления, в котором колонну синтеза мочевины устанавливают в нижней части, а вертикальный конденсатор устанавливают на или над ней, первая сливная труба служит для связи конденсатора с зоной синтеза мочевины, конденсат дают возможность стекать вниз под действием силы тяжести из верхней части конденсатора через сливную трубу в нижнюю часть зоны синтеза мочевины, а стекшему таким образом вниз конденсату дают возможность стечь вниз под действием силы тяжести через вторую сливную трубу, имеющую отверстие в верхней части колонны синтеза мочевины, в верхнюю часть стриппера; или к способу, согласно которому конденсат из вертикального конденсатора всасывают при помощи эжектора с применением подаваемого нагретого жидкого аммиака в качестве ведущей жидкости и направляют в нижнюю часть колонны синтеза мочевины, где его подвергают синтезу мочевины; а также к устройству для его осуществления.

В вышеуказанных способах регенерирующий раствор подают в корпус конденсатора. В первом способе рабочие условия в конденсаторе таковы, что давление равно давлению синтеза мочевины, молярное отношение аммиака к двуокиси углерода (в дальнейшем обозначаемое как N/C) составляет 2,5-4,5, молярное отношение воды к двуокиси углерода (обозначаемое в дальнейшем H/C) - 0,0-1,0, продолжительность - 30-40 мин, а рабочая температура - 170-190°C, таким образом, чтобы производительность синтеза мочевины достигала 20-60%.

В последнем способе давление составляет 140-250 бар, N/C - 2,5-3,5, H/C - 0,0-1,0, продолжительность - 10-30 мин, а рабочая температура - 130-250°C, предпочтительно 170-190°C, таким образом, чтобы производительность синтеза мочевины достигала 20-60%.

Другой пример, предполагающий размещение оборудования на полу, включает способ получения мочевины, описанный в Японской выложенной заявке на патент № 209555/1985. Согласно этой заявке конденсацию в зоне конденсации проводят в погруженном конденсаторе, в частности, в кожухе трубного теплообменника, размещенного горизонтально, при этом конденсация может быть осуществлена в зоне конденсации, объединенной с зоной реакции. В соответствии с указанной публикацией давление в зоне конденсации составляет 125 - 350 бар, что эквивалентно давлению синтеза, при этом образуется, по меньшей мере, 30% возможного равновесного количества мочевины. Эти описания и примеры показывают, что рабочая температура составляет 130-150°C.

В указанном известном способе мочевины может быть синтезирована в кожухе конденсатора. В любом случае, независимо от того, установлен конденсатор вертикально или горизон-

тально, плита для труб и охлаждающие трубы в зоне конденсации погружены в высокочлоррозионный раствор, содержащий аммиак, карбамат аммония, мочевины и воду. В конденсаторе поддерживаются давление и температура, обеспечивающие синтез мочевины, поэтому он находится в среде, где возможна описываемая ниже щелевая коррозия и коррозия соединений, включая сварные соединения плиты для труб и охлаждающих труб.

Хорошо известно, что в конденсаторе установлено от сотен до тысячи или более охлаждающих труб, при этом их количество варьируется в зависимости от производства. Поэтому, когда происходят описываемые ниже неполадки, требуется много времени и усилий для обнаружения их местонахождения. Далее, при попытке устранить неполадки во время периодического осмотра практически невозможно произвести ремонт со стороны кожуха из-за отсутствия пространства для проникновения внутрь оборудования и осуществления ремонта.

Как указано выше, конденсатор имеет охлаждающие трубы, установленные в плите для труб, при этом в качестве одного из способов установки упоминается способ расширения труб или способ, в котором сочетаются расширение труб и герметичная сварка с плитой для труб. При использовании этих способов хорошо известно, что при изготовлении между плитой для труб и охлаждающими трубами возникают мелкие щели. Когда регенерирующий раствор или раствор для синтеза мочевины проникает в эти щели, он остается в них. В таких условиях подачи предупреждающего коррозию кислорода на вышеуказанные антикоррозийные пленки недостаточно. В результате образуется среда, в которой между плитой для труб и трубами возникает коррозия, называемая щелевой коррозией, при этом возникают поломки, при которых часть охлаждающих труб разрушается, или плита для труб повреждается коррозией.

При частичном разрушении охлаждающих труб не существовало эффективных средств помимо забивания пробок в разрушенные трубы для прекращения их охлаждающего действия. В частности, при повреждении плиты для труб коррозией невозможно было их починить.

Ввиду вышесказанного в качестве одного из способов устранения щелевой коррозии применяют способ, при котором плиту для труб непосредственно приваривают к охлаждающим трубам с помощью внутренней сварки с расточкой или внутренней сварки встык с расточкой (в дальнейшем называемой внутренней сваркой с расточкой). Однако при рабочих условиях, включающих давление 150-300 бар и температуру 150-200°C в конденсаторе, сварные соединения все время погружены в высокочлоррозионный регенерирующий раствор и его общий раствор с конденсатом, подвергаясь также и нагреванию. Соответственно, поскольку эти

факторы тесно связаны друг с другом, было невозможно полностью предотвратить неполадки, такие как растрескивание сварных соединений в результате нагревания, коррозии под действием высокочлоррозионного регенерирующего раствора, а также возникновение как трещин, так и коррозии в результате нагревания и под действием регенерирующего раствора.

При возникновении таких неполадок практически не существовало эффективных контрмер, за исключением приостановки операции и забивания пробок в поврежденные охлаждающие трубы для продления их действия.

Даже после забивания пробок нельзя избежать увлажнения сварных соединений, при этом раствор для синтеза остается в охлаждающих трубах с забитыми пробками без замены, что ускоряет коррозию труб, вызванную недостатком растворенного кислорода, и даже сами пробки могут в конце концов подвергнуться коррозии.

Даже если соответствующие участки были повторно заварены во время периодического осмотра, их приготовление отнимает много времени и средств, поэтому такой способ ухода не является предпочтительным.

Как было указано ранее, существовала потребность в способе предупреждения неполадок, таких как трещины и коррозия соединений плиты для труб и охлаждающих труб, во внутренней сварке с расточкой плиты для труб и охлаждающих труб независимо от синтеза в колонне или конденсаторе, а также в способе синтеза мочевины с применением указанных средств.

Целью настоящего изобретения является способ синтеза мочевины, предусматривающего средство для предупреждения неполадок, таких как трещины и коррозия соединений плиты для труб и охлаждающих труб, обеспечивающее внутреннее соединение при помощи сварки с расточкой плиты для труб и охлаждающих труб.

Авторы данного изобретения обнаружили, что, находясь в обогащенной аммиаком среде, намного менее коррозийной, сварные соединения, подвергнутые вышеупомянутой щелевой коррозии и нагреванию при давлении синтеза мочевины, составляющем 150-300 бар и температуре синтеза 150-200°C, с трудом поддаются растрескиванию и коррозии. В результате интенсивных исследований данное изобретение было завершено.

Настоящее изобретение было сделано на основании вышеуказанных обстоятельств и открытий. Следовательно, вышеупомянутая цель данного изобретения может быть достигнута в результате осуществления способа синтеза мочевины и применения устройства для его осуществления, описанных ниже.

Усовершенствованный способ синтеза мочевины, включающий реакцию аммиака с двуокисью углерода при температуре и

давлении синтеза мочевины в колонне синтеза мочевины, нагревание полученного раствора для синтеза мочевины, включающего мочевины, не прореагировавший аммиак, не прореагировавшую двуокись углерода и воду, в стриппере при давлении, по существу равном указанному давлению синтеза мочевины, при этом осуществляя или не осуществляя контакт указанного раствора, по меньшей мере, с частью подаваемых двуокиси углерода и аммиака для разделения указанных не прореагировавших аммиака и двуокиси углерода в виде газообразной смеси аммиака, двуокиси углерода и воды, дальнейшую обработку раствора для синтеза мочевины, содержащего неотделенный не прореагировавший аммиак и не прореагировавшую двуокись углерода для получения мочевины, отдельное введение газообразной смеси, отделенной в указанной десорбционной зоне, в конденсатор с многотрубным холодильником для осуществления контакта смеси с абсорбционной средой при охлаждении, тем самым, конденсируя указанную газовую смесь, и рециркуляцию полученного таким образом конденсата в колонну синтеза мочевины, отличающийся тем, что участки соединения плиты для труб и охлаждающих труб в указанном конденсаторе, имеющие контакт с указанным конденсатом, покрывают жидким аммиаком или раствором, обогащенным аммиаком, для предупреждения коррозии указанных участков из-за воздействия конденсата.

Устройство для синтеза мочевины, включающее колонну синтеза мочевины, для реакции аммиака и двуокиси углерода при давлении и температуре синтеза мочевины, стриппер для разделения не прореагировавшего аммиака и не прореагировавшей двуокиси углерода путем нагревания раствора для синтеза мочевины из указанной колонны синтеза мочевины при давлении, по существу равном давлению синтеза мочевины, конденсатор с многотрубным холодильником для конденсации не прореагировавшего аммиака и не прореагировавшей двуокиси углерода из указанного стриппера путем их контакта с абсорбционной средой, и трубопровод для подачи конденсата, полученного в указанном конденсаторе, в нижнюю часть колонки для синтеза мочевины, отличающийся тем, что указанный многотрубный холодильник имеет отражательную плиту, покрывающую участки соединений плиты для труб и охлаждающих труб, которые должны быть защищены от коррозии, через которую охлаждающие трубы проходят с минимальными зазорами, а также входное отверстие или отверстия для подачи жидкого аммиака в пространство между указанной плитой для труб и указанной отражательной плитой.

На чертежах

фиг. 1 - частично увеличенный вид конденсатора В, иллюстрирующий вариант осуществления данного изобретения;

фиг. 2 - технологическая схема, показывающая вариант осуществления данного изобретения с применением вертикального конденсатора;

фиг. 3 - технологическая схема, показывающая другой вариант осуществления данного изобретения с применением вертикального конденсатора; и

фиг. 4 - технологическая схема, показывающая дальнейший вариант осуществления данного изобретения с применением горизонтального конденсатора.

Конденсатор с трубчатым холодильником в соответствии с настоящим изобретением широко применяют в качестве конденсатора вертикального или горизонтального типа в соответствующей технической области.

Раствор, обогащенный аммиаком, покрывающий соединения плиты для труб и охлаждающие трубы, и раствор, обогащенный аммиаком, заполняющий пространство между плитой для труб и отражательной плитой, предпочтительно представляет собой раствор, содержащий аммиак и карбамат аммония, свободное содержание аммиака в котором составляет 80 мол.% и более.

Для покрытия участков соединений плиты для труб и охлаждающих труб, находящихся в контакте с конденсатом, жидким аммиаком или раствором, обогащенным аммиаком, может быть использован любой способ. Например, участки соединений плиты для труб и охлаждающих труб, находящихся в контакте с конденсатом, покрывают отражательной плитой, через которую охлаждающие трубы проходят с минимальными зазорами, а жидкий аммиак или раствор, обогащенный аммиаком, подают в пространство между отражательной плитой и плитой для труб таким образом, что это пространство может быть занято жидким аммиаком или раствором, обогащенным аммиаком. Подаваемый жидкий аммиак поступает в конденсатор через небольшие зазоры между плитой для труб и охлаждающими трубами и вместе с абсорбционной средой вызывает конденсацию и поглощает не прореагировавшие двуокись углерода и аммиак из стриппера. Другой пример не предполагает применения отражательной плиты, но включает подачу жидкого аммиака или раствора, обогащенного аммиаком, с такой скоростью, что участки соединений плиты для труб и труб, находящихся в контакте с конденсатом, оказываются покрытыми жидким аммиаком или раствором, обогащенным аммиаком, для образования завес из жидкого аммиака или раствора, обогащенного аммиаком, тем самым, предотвращая контакт участков с коррозионным конденсатом таким образом, чтобы эти участки были защищены от коррозии. Предпочтительным является большое количество точек подачи жидкого аммиака. Далее, для покрытия участков соединений плиты для труб и охлаждающих

труб, находящихся в контакте с конденсатом, жидким аммиаком или раствором, обогащенным аммиаком, может быть применен любой способ.

Абсорбционная среда, подаваемая в конденсатор, предпочтительно представляет собой регенерирующий раствор, получаемый путем обработки раствора для синтеза мочевины, из которого большая часть не прореагировавшего аммиака и не прореагировавшей двуокиси углерода была отделена в стриппере, при среднем и/или низком давлении для отделения по существу всего оставшегося не прореагировавшего аммиака и не прореагировавшей двуокиси углерода и поглощения водой, водным аммиаком или раствором мочевины отделенного таким образом не прореагировавшего аммиака и не прореагировавшей двуокиси углерода.

Настоящее изобретение подробно проиллюстрировано со ссылкой на прилагаемые чертежи следующим образом.

Фиг. 1 - частично увеличенное схематическое изображение конденсатора В в соответствии с настоящим изобретением, иллюстрирующее часть вертикально установленного конденсатора В, как описано в фиг. 2, путем его схематического увеличения, при этом конденсатор В включает плиту для труб, множество охлаждающих труб, приваренных к плите для труб, число которых составляет, например, от сотен до тысячи, и отражательную плиту. В данном случае, плита для труб 2 и охлаждающие трубы 3 проиллюстрированы со ссылкой на пример, в котором плита и трубы сварены вместе при помощи внутренней сварки встык с расточкой. Однако само собой разумеется, что данное изобретение не ограничено примером.

Фиг. 2 - технологическая схема процесса, иллюстрирующая вариант осуществления данного изобретения с применением вертикального конденсатора и дающая пример потоков процесса синтеза мочевины, в котором конденсату дают возможность стекать вниз под действием силы тяжести из конденсатора в колонну синтеза мочевины, а также конденсатора, плита для труб и охлаждающие трубы которого защищены от коррозии или растрескивания, установленно вертикально. Настоящее изобретение описано ниже со ссылкой на эти чертежи.

Часть регенерирующего раствора, полученного путем регенерации не прореагировавшего аммиака и не прореагировавшей двуокиси углерода в виде водного раствора карбамата аммиака на стадии, не показанной на фиг. 2, подают в конденсатор В по трубопроводам 10, 11 и 13 в то время, как остаток подают в скруббер F по трубопроводу 12. Вышеуказанный регенерирующий раствор, подаваемый в скруббер F, абсорбирует аммиак и двуокись углерода в инертном газе, содержащем небольшое количество аммиака и двуокиси углерода; его подают в скруббер F по трубопроводу 22 и вновь рециркулируют в скруббер F. Регенерирующий рас-

твор, эквивалентный увеличению, полученному в результате абсорбции аммиака и двуокиси углерода, подают под давлением при помощи эжектора Е по трубопроводу 20, а затем в конденсатор В по трубопроводу 13. Инертный газ выпускают в воздух отдельно из верхней части скруббера F.

Часть двуокиси углерода подают в стриппер С по трубопроводу 16. Предотвращающий коррозию воздух также подают в стриппер С (не показано на чертеже). Раствор для синтеза мочевины, включающий мочевины, карбамат аммиака и аммиак, подают по второму, ведущему вниз трубопроводу 40 в колонну синтеза стриппера С, где его подвергают десорбции при нагревании при помощи двуокиси углерода. Его рабочие условия обычно составляют: давление 140-200 бар и температура 160-200°C.

Подаваемый жидкий аммиак предварительно нагревают, например, до 70-90°C, подают через трубопровод 15, а затем подвергают дополнительному нагреву, пропуская его через скруббер F и теплообменник D, при этом часть аммиака подают в нижнюю часть колонны синтеза А, в то время как остаток подают в конденсатор В по разветвленному трубопроводу 5.

Вышеуказанный регенерирующий раствор, направляемый в вертикальный конденсатор В, соединяют и смешивают с газообразной смесью, включающей двуокись углерода, аммиак и инертный газ, подаваемый в конденсатор В по трубопроводу 19 из стриппера С, описанного ниже, поглощая тем самым двуокись углерода и аммиак. Часть исходного жидкого аммиака подают по питающей трубе 5 в пространство 7 между отражательной плитой 4 и плитой для труб 2. Пространство 7 заполняют жидким аммиаком, нагнетаемым через зазоры 8 между отражательной плитой 4 и охлаждающими трубами 3, а также зазор 9 между отражающей плитой 4 и корпусом 1 конденсатора, с последующим перемешиванием с соединенным раствором в конденсаторе. В данном случае размер зазора 8 составляет от 0,1 до 0,5 мм с точки зрения точности изготовления.

В конденсаторе В рабочее давление эквивалентно давлению в колонне синтеза мочевины, N/C составляет 2,5-4,5, H/C - 0,0-1,0, а продолжительность - 10-30 мин. Рабочую температуру доводят до 150-200°C, предпочтительно 160-200°C, более предпочтительно 160-190°C. Поскольку конденсатор В работает при таких условиях, он может обеспечивать производительность синтеза мочевины, составляющий 20-60%, т.е. такой же, как и ранее. Кроме того, как показано ниже в примерах 1-4, он обеспечивает такие условия, при которых не возникают неполадки, такие как трещины и коррозия сварных соединений охлаждающих труб 3 и плиты для труб 2.

В данном случае конденсатор В связан с сепаратором жидкости и газа Н для отделения

газа конденсатора В, при этом газ отделяют в сепараторе жидкости и газа Н, а конденсатор В наполнен жидкостью.

В колонне синтеза мочевины А подаваемый жидкий аммиак соединяется с конденсатом, текущим вниз под действием силы тяжести по первой сливной трубе 31 из конденсатора В. Полученный соединенный раствор движется к верхней части колонны синтеза мочевины А, а затем поступает в стриппер С через вторую сливную трубу 40, предусмотренную в колонне А и трубопроводе 18.

Рабочее давление в колонне синтеза мочевины А составляет 130-250 бар, как в известных процессах N/C составляет 3,5-5,0, Н/С - 1,0 или менее, а продолжительность - 10-40 мин. Рабочая температура составляет 180-200°C, и при указанных условиях колонна А достигает производительности синтеза мочевины, составляющего 60-75%.

Далее со ссылкой на фиг. 3, показывающую технологическую схему другого варианта осуществления изобретения, включающего вертикальный конденсатор в соответствии с данным изобретением, иллюстрируется способ, в котором для подачи соединенного раствора в конденсатор В колонны синтеза мочевины А применяют эжектор Г. На фиг. 3 исходный жидкий аммиак подают через трубопровод 15 в теплообменник D под давлением 150-300 бар, где его предварительно нагревают до 100-200°C и подают в эжектор Г в качестве направляющей жидкости. Объем подаваемого жидкого аммиака увеличивают, пропуская его через эжектор Г таким образом, чтобы разница давления между поступлением и всасыванием составляла 2-10 бар. В результате этого соединенный раствор, подаваемый в отделение для всасывания эжектора по сливной трубе 31 в вертикальном конденсаторе В, всасывается, подвергается воздействию давления и направляется в нижнюю часть колонны синтеза мочевины А в виде смеси с направляющей жидкостью, т.е. исходного жидкого аммиака. Часть исходной двуокиси углерода, необходимого для десорбции не прореагировавшего аммиака и не прореагировавшей двуокиси углерода, подают в нижнюю часть стриппера С по трубопроводам 16 и 16b, а остаток подают в нижнюю часть колонны синтеза мочевины А по трубопроводу 16a или на стадию разложения с низким давлением, не показанную на чертеже.

Часть исходного жидкого аммиака подают по питающей трубе 5 в вышеуказанное пространство 7 конденсатора по трубопроводу 15a, ответвленному от трубопровода перед теплообменником D. В нижней части конденсатора подаваемый жидкий аммиак соединяют с регенерирующим раствором, поступающим по трубопроводу 10, абсорбировавшим не прореагировавший аммиак и не прореагировавшую двуокись углерода по пути вниз через скруббер F.

Соединенный раствор подвергают синтезу мочевины по пути вверх через вертикальный конденсатор В, а затем его подают в колонну синтеза А по сливной трубе 31 при помощи эжектора Г. Часть исходного жидкого аммиака, подаваемого в нижнюю часть вертикального конденсатора В по питающей трубе 5 и трубопроводу 15a, может также поступать по отдельному трубопроводу, не показанному на чертеже.

На этой стадии расширенные части трубы (ролики для трубы) плиты для труб 2 и охлаждающих труб 3, герметично заваренные соединения расширенных частей трубы и плиты для труб или соединений при помощи сварки с точкой плиты для труб 2 и охлаждающих труб 3 конденсатора, расположенного в пространстве 7, заполняют жидким аммиаком или раствором, обогащенным аммиаком, поэтому они всегда находятся в обогащенной аммиаком среде. Соответственно, в расширенных частях труб, сварных и тому подобных соединениях не возникает коррозии, как показано ниже в примере 3.

Что касается рабочих условий колонны синтеза мочевины, предпочтительными являются давление, составляющее 130-250 бар, N/C 3,5-5,0, Н/С 1,0 или менее, продолжительность 10-40 мин и температура 180-200°C.

Что касается рабочих условий стриппера С, предпочтительными являются давление, составляющее 130-250 бар, в частности 140-200 бар, и температура 160-200°C.

Из нижней части стриппера раствор для синтеза мочевины, содержащий неотделенный, не прореагировавший аммиак и не прореагировавшую двуокись углерода, подают по трубопроводу 17 на стадию разложения с низким давлением, где его обрабатывают для получения мочевины.

Детали процесса, отличные от вышеуказанных, представлены в способе, описанном в заявке на Японский патент № 234364/1997.

Пример с применением горизонтально расположенного конденсатора В проиллюстрирован со ссылкой на фиг. 4, представляющую собой технологическую схему процесса, показывающую вариант осуществления изобретения, в котором применяют горизонтальный конденсатор в соответствии с данным изобретением. Фиг. 4 в основном такая же, как и фиг. 3, за исключением того, что вертикально установленный конденсатор В из фиг. 3 расположен горизонтально, множество отражательных плит расположено вертикально в конденсаторе В таким образом, что жидкость течет в направлении 50 над отражательными плитами, при этом высоту указанных плит определяют таким образом, что охлаждающие трубы 3 могут быть погружены в жидкость.

Данное изобретение описано более конкретно со ссылкой на следующие примеры. Однако следует понимать, что данное изобретение не ограничивается только этими примерами.

В следующих примерах 1-3 и сравнительных примерах 1-3 все охлаждающие трубы изготовлены из аустенитной нержавеющей стали 25Cr-22Ni-2Mo.

Пример 1.

Мочевину синтезируют, применяя установку производительностью 1400 тонн в день, размещенную "на земле", как показано на фиг. 2, на которой конденсатор В, проиллюстрированный на фиг. 1, расположен вертикально. Плита для труб 2 и охлаждающие трубы 3 сварены при помощи внутренней сварки встык с расточкой, при этом размер зазоров 8 между отражательной плитой 4 и охлаждающими трубами 3 составляет 0,3 мм.

791 тонну в день исходного аммиака и 1,025 тонны в день исходной двуокиси углерода подают по трубопроводам 15 и 16 соответственно. Исходный аммиак, нагретый до 175°C паром конденсата в теплообменнике D, подают в нижнюю часть колонны синтеза А по трубопроводу 15 в то время, как часть его подают по разветвленному трубопроводу 15а и питающей трубе 5 в пространство 7 конденсатора В, изображенного на фиг. 1. Количество аммиака, проходящего по линии 15а, составляет 401 тонну в день.

969 т в день исходной двуокиси углерода и около 17 тонн в день предотвращающего коррозию воздуха подают в нижнюю часть стриппера С по трубопроводу 16, оставшуюся часть исходной двуокиси углерода подают в колонну для разложения с низким давлением, не показанную на чертеже. Отделено 1314 тонн в день регенерирующего раствора, подаваемого по трубопроводу 10 в качестве поглощающей среды, имеет следующий состав и температуру 108°C, его также сжимают до 190 бар. Сжатый раствор разделяют на две части, которые направляют в скруббер F и эжектор E по трубопроводам 11 и 12 соответственно.

Мочевина	0,4%
Аммиак	34,8%
Двуокись углерода	40,0%
Вода	24,4%

Регенерирующий раствор, подаваемый в скруббер F, применяют для очистки инертного газа в набитом слое в то время, как регенерирующий раствор, подаваемый в эжектор E, применяют для увеличения давления доставляемого в скруббер раствора (трубопровод 20) при помощи эжектора E. Скруббер F работает при 175 бар и 175°C. Доставляемый в скруббер раствор (трубопровод 20) и направляющий регенерирующий раствор для эжектора (трубопровод 11) смешивают в эжекторе E и направляют в нижнюю часть конденсатора В по трубопроводу 13.

Газообразную смесь, включающую аммиак, двуокись углерода и воду, отделенную в стриппере С, направляют в конденсатор В по трубопроводу 19. Корпус конденсатора В заполняют смешанным раствором, включающим

указанный регенерирующий раствор, карбамат аммиака, полученный в результате конденсации, при этом указанный подаваемый жидкий аммиак выходит из пространства 7 через зазоры 8, а указанная газообразная смесь поглощается этим раствором. Теплота абсорбции устраняется холодильником 7. Конденсат, абсорбировавший газообразную смесь, остается в конденсаторе в течение 15 мин, затем ему дают возможность стечь вниз по сливной трубе 31 под действием силы тяжести и направляют в нижнюю часть колонны синтеза мочевины А. Инертный газ выводят по трубопроводу 21 из верхней части конденсатора В. Инертный газ подвергают разделению на жидкость и газ в сепараторе Н и подают по трубопроводу 22 в скруббер F, где содержащиеся в нем аммиак и двуокись углерода абсорбируются. Инертный газ выводят по трубопроводу 14.

Раствор для синтеза мочевины, подаваемый в нижнюю часть колонны синтеза мочевины А, смешивают с указанным жидким аммиаком из трубопровода 15 и подвергают дальнейшей реакции синтеза мочевины при медленном подъеме в колонне синтеза. Продолжительность реакции составляет 25 мин.

Раствор для синтеза, подаваемый в стриппер С по второй ведущей вниз трубе 40 и трубопроводу 18 из колонны синтеза А, нагревают в стриппере для разложения содержащегося в нем карбамата аммиака на аммиак и двуокись углерода. Рабочая температура в верхней части стриппера С составляет 191°C, в нижней части - 179°C, а давление - 175 бар. Рабочие условия и вещества, подаваемые в указанное оборудование, представлены в таблице 1. После года работы наличие коррозии и уменьшение толщины соединений охлаждающих труб и плиты для труб проверяют с помощью ультразвуковой дефектоскопии и турбулентного текущего осмотра. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 1

	Пример 1	Сравнительный пример 1
Подаваемый жидкий аммиак (трубопровод 15) (т/день)	792	792
- " - " (трубопровод 15а) (т/день)	40	0
Подаваемая двуокись углерода (т/день)	1025	1025
Регенерирующий раствор (т/день)	1314	1314
Мочевина (%)	0,4	0,4
Аммиак (%)	34,8	34,8
Двуокись углерода (%)	40,4	40,4
Вода (%)	24,4	24,4
Конденсатор В		
Давление (бар)	175	175
Температура (°C)	185	185
Мочевина (%)	21,1	21,1
Аммиак (%)	34,3	34,3
Двуокись углерода (%)	26,7	26,7
Ввода (%)	17,9	17,9
Производительность синтеза мочевины (%)	42,6	42,6
N/C	2,85	2,85
H/C	0,67	0,67
Продолжительность реакции (мин)	15	15

Давление (бар) сверху	175	175
- " - " - " - снизу	176	176
Температура (°C)	185	185
Мочевина (%)	21,1	21,1
Аммиак (%)	34,3	34,3
Двуокись углерода (%)	26,7	26,7
Вода (%)	17,9	17,9
Производительность синтеза мочевины (%)	42,6	42,6
N/C	2,85	2,85
H/C	0,67	0,67
Продолжительность реакции (мин)	15	15
Эжектор		
Давление (бар) всасывания	176	176
- " - " - " - доставки	179	179
Колонна синтеза А		
Давление (бар) сверху	177	177
Температура (°C)	185	185
Мочевина (%)	31,8	31,8
Аммиак (%)	36,8	36,8
Двуокись углерода (%)	12,2	12,2
Вода (%)	19,2	19,2
Производительность синтеза мочевины (%)	65,7	65,7
N/C	4,0	4,0
H/C	0,67	0,67
Продолжительность реакции (мин)	25	25
Стриппер С (трубопровод 17)		
Давление (бар) сверху	177	177
Мочевина (%)	48,1	48,1
Аммиак (%)	13,2	13,2
Двуокись углерода (%)	13,7	13,7
Вода (%)	25,0	25,0
Стриппер С (трубопровод 16b)		
Двуокись углерода (т/день)	969	969

Сравнительный пример 3.

Синтез мочевины осуществляют таким же способом, как и в примере 1, за исключением того, что отражательная плита 4 из примера 2 отсутствует, а количество отводимого аммиака составляет не 40, а 0 т в день. Рабочие условия и жидкие составы, применяемые в каждом устройстве, также приведены в таблице 3, а коррозионное состояние соединений между плитой для труб и охлаждающими трубами в конденсаторе после годичной эксплуатации представлены в таблице 5.

Пример 4.

Мочевину синтезируют в испытательном устройстве, имеющем производительность 10 т в день. Технологическая схема процесса этого устройства изображена на фиг. 3.

Конденсатор имеет 10 труб, из которых 6 имеют внутреннюю сварку с расточкой, а остальные 4 приварены к плите для труб при помощи сварки, расширяющей трубы (ролик для труб) и заваривающей их концы. Трубы изготовлены из (А) аустенитного (25Cr-22Ni-2Mo) материала и (В) двухфазного (25Cr-7Ni-3Mo) материала, которые применяются, соответственно, в каждой половине вышеописанных групп труб.

Рабочие условия и баланс материалов представлены в таблице 4. Количество аммиака, подаваемого на нижнюю плиту для труб, составляет 12 кг/ч. После эксплуатации приблизи-

тельно в течение одного года пучок труб вынимают и состояние соединений исследуют со стороны корпуса. Затем трубы с расточной, расширяющей и концевой сваркой из каждого материала разрезают около их соединений и подробно исследуют на присутствие дефектов и коррозионное состояние. Как в трубах А, так и В, результаты не выявляют коррозии и уменьшения толщины в измеряемой степени. Кроме того, у труб с расширяющей и концевой сваркой не наблюдается щелевой коррозии между ними и плитой для труб. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 4

	При- мер 4	Сравнитель- ный пример 4
Подаваемый аммиак (трубопровод 15) (т/день)	5,66	5,66
- " - " - " (трубопровод 15a) (т/день)	0,286	0
Подаваемая двуокись углерода (т/день)	7,32	7,32
Регенерирующий раствор (т/день)	9,39	9,39
Мочевина (%)	0,4	0,4
Аммиак (%)	34,8	34,8
Двуокись углерода (%)	40,4	40,4
Вода (%)	24,4	24,4
Конденсатор В		
Давление (бар) сверху	175	175
- " - " - " - снизу	176	176
Температура (°C)	185	185
Мочевина (%)	21,1	21,1
Аммиак (%)	34,3	34,3
Двуокись углерода (%)	26,7	26,7
Вода (%)	17,9	17,9
Производительность синтеза мочевины (%)	42,6	42,6
N/C	2,85	2,85
H/C	0,67	0,67
Продолжительность реакции (мин)	15	15
Эжектор		
Давление (бар) всасывания	176	176
- " - " - " - доставки	179	179
Колонна синтеза А		
Давление (бар)	177	177
Температура (°C)	185	185
Мочевина (%)	31,8	31,8
Аммиак (%)	36,8	36,8
Двуокись углерода (%)	12,2	12,2
Вода (%)	19,2	19,2
Производительность синтеза мочевины (%)	65,7	65,7
N/C	4,0	4,0
H/C	0,67	0,67
Продолжительность реакции (мин)	25	25
Стриппер С (трубопровод 17)		
Давление (бар) сверху	177	177
Мочевина (%)	48,1	48,1
Аммиак (%)	13,2	13,2
Двуокись углерода (%)	13,7	13,7
Вода (%)	25,0	25,0
Стриппер С (трубопровод 16b)		
Двуокись углерода (т/день)	6,92	6,92

Сравнительный пример 4.

Мочевину синтезируют в таком же устройстве и при таких же рабочих условиях, как и в примере 4. Однако количество аммиака, подаваемого в нижнюю часть плиты для труб, составляет 0 кг в час. Результаты представлены в

таблице 5. Рабочие условия и баланс материалов представлены в таблице 4. Приблизительно через год эксплуатации толщина обеих труб А и В уменьшилась на 0,03-0,07 мм. Было обнаружено, что трубы, заваренные на концах, и расширенные трубы имеют со стороны корпуса щелевую коррозию между трубами и плитой для труб. Результаты представлены в таблице 5.

В сравнительном примере 4 необходимо иметь толщину труб в месте сварного соединения, по меньшей мере, равную необходимой подсчитанной толщине плюс 1,4 мм для обеспечения 20-летнего срока службы, во время которого коррозия происходит с максимальной опережаемой скоростью. В случае заваривания концов труб плюс расширение труб, щелевая коррозия не может быть устранена таким образом, чтобы разбавление раствора карбамата аммиаком обязательно происходило поблизости от нижней части плиты для труб.

Таблица 5

	Среднее уменьшение толщины (мм/год)
Пример 1	Отсутствует
Пример 2	Отсутствует
Пример 3	Отсутствует
Пример 4	Отсутствует
Сравнительный пример 1	0,03 - 0,07
Сравнительный пример 2	0,03 - 0,07
Сравнительный пример 3	0,03 - 0,07
Сравнительный пример 4	0,03 - 0,07

Усовершенствованный способ синтеза мочевины в соответствии с настоящим изобретением и устройство для его осуществления имеют следующие преимущества.

(1) Предотвращая коррозию соединений плиты для труб и охлаждающих труб в конденсаторе, установленном вертикально или горизонтально, данный способ обеспечивает конденсацию аммиака и двуокиси углерода из стриппера в корпусе конденсатора, одновременный синтез мочевины из полученного таким образом конденсата и подачу образующегося раствора из конденсатора в колонну синтеза мочевины для ее дальнейшего синтеза. Следовательно, в охлаждающих трубах не возникает никаких неполадок.

(2) Поскольку данный способ обеспечивает конденсацию и синтез мочевины, предотвращая коррозию соединений между плитой для труб и охлаждающими трубами в конденсаторе, в охлаждающих трубах не возникает никаких неполадок.

(3) Поскольку не возникает никаких неполадок в охлаждающих трубах и тому подобных устройствах, происходит существенное снижение затрат времени, средств и энергии, необходимых для ремонта, такого как повторная сварка, который был необходим до настоящего времени для устранения неполадок.

(4) Поскольку неполадки возникают в охлаждающих трубах и тому подобных устройств

вах, остановки процесса, которая следует за неполадками, не происходит, обеспечивая тем самым стабильный непрерывный процесс. В результате легко обеспечивается устойчивый уровень производства.

(5) Поскольку в охлаждающих трубах и тому подобных устройствах не возникает неполадок, существенно снижаются затраты времени и труда на периодический уход и осмотр.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ синтеза мочевины, предусматривающий реакцию аммиака с двуокисью углерода при температуре и давлении синтеза мочевины в колонне синтеза мочевины, нагревание полученного раствора для синтеза мочевины, содержащего мочевины, не прореагировавший аммиак, не прореагировавшую двуокись углерода и воду, в стриппере при давлении, по существу равном давлению синтеза мочевины, при этом осуществляя или не осуществляя контакт указанного раствора, по меньшей мере, с частью подаваемых двуокиси углерода и аммиака для разделения указанных не прореагировавших аммиака и двуокиси углерода в виде газообразной смеси аммиака, двуокиси углерода и воды, дальнейшую обработку раствора для синтеза мочевины, содержащего неотделенный не прореагировавший аммиак и не прореагировавшую двуокись углерода для получения мочевины, отдельное введение газообразной смеси, отделенной в указанном стриппере, в конденсатор с трубчатым холодильником для осуществления контакта смеси с абсорбирующей средой при охлаждении, тем самым, конденсируя указанную газообразную смесь; и рециркуляцию полученного таким образом конденсата в колонну синтеза мочевины, в котором участки, находящиеся в контакте с указанным конденсатом, соединений охлаждающих труб и плиты для труб в указанном конденсаторе покрыты жидким аммиаком или раствором, обогащенным аммиаком, для предотвращения коррозии указанных участков благодаря действию указанного конденсата.

2. Способ по п.1, в котором указанные участки соединений плиты для труб и охлаждающих труб покрыты отражательной плитой, через которую проходят указанные трубы с небольшими зазорами между ними, и, по меньшей мере, часть исходного жидкого аммиака подают в пространство между указанной плитой для труб и указанной отражательной плитой таким образом, что указанное пространство оказывается заполненным жидким аммиаком или раствором, обогащенным аммиаком.

3. Способ по п.1, в котором указанный конденсатор устанавливают на или над указанной колонной синтеза мочевины, а указанному конденсату дают возможность стекать вниз под действием силы тяжести по трубопроводу, со-

единяющему верхнюю часть указанного конденсатора с нижней частью указанной колонны синтеза мочевины.

4. Способ по п.1, в котором указанный конденсат подвергают давлению при помощи эжектора, направляемого подаваемым жидким аммиаком таким образом, что его рециркулируют в колонну синтеза мочевины.

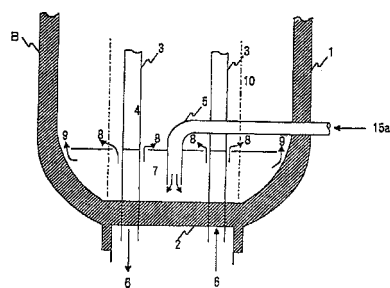
5. Устройство для синтеза мочевины, включающее колонну синтеза мочевины для реакции аммиака и двуокиси углерода при давлении и температуре синтеза мочевины, стриппер для отделения не прореагировавшего аммиака и не прореагировавшей двуокиси углерода путем нагревания раствора для синтеза мочевины из указанной колонны синтеза мочевины при давлении, по существу равном давлению синтеза мочевины, конденсатор с многотрубным холодильником для конденсации не прореагировавшего аммиака и не прореагировавшей двуокиси углерода из указанного стриппера путем их контакта с абсорбирующей средой и трубопровод для подачи конденсата, полученного в указанном конденсаторе, в нижнюю часть колонны синтеза мочевины, в котором указанный многотрубный холодильник имеет отражательную плиту, покрывающую участки соединений плиты для труб и охлаждающих

труб, которые должны быть защищены от коррозии, и через которую охлаждающие трубы проходят с небольшими зазорами, а также входное отверстие или отверстия для подачи жидкого аммиака в пространство между указанной плитой для труб и указанной отражательной плитой.

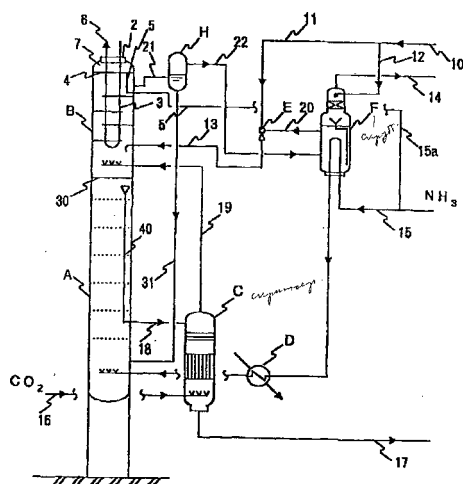
6. Устройство по п.5, в котором указанный стриппер имеет в своей нижней части входное отверстие или отверстия для подачи, по меньшей мере, части исходного аммиака или двуокиси углерода в качестве десорбирующего агента.

7. Устройство по п.5, в котором указанный конденсатор устанавливают на или над указанной колонной синтеза мочевины, а указанный трубопровод из указанного конденсатора в указанную колонну синтеза мочевины служит для стекания конденсата вниз под действием силы тяжести из указанного конденсатора в нижнюю часть указанной колонны синтеза мочевины.

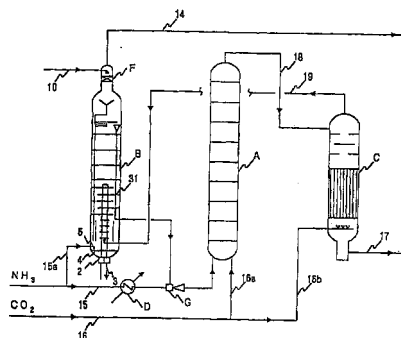
8. Устройство по п.5, в котором трубопровод для доставки указанного конденсата из указанного конденсатора в указанную колонну синтеза мочевины имеет эжектор для сжатия указанного конденсата, направляемого подаваемым жидким аммиаком.



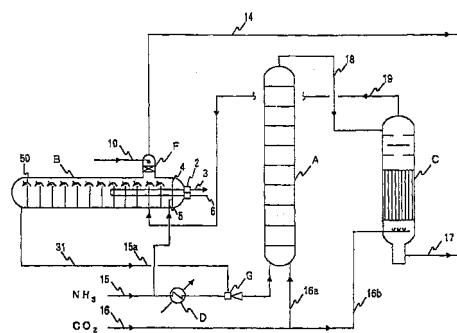
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

