

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040529**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.06.16

(21) Номер заявки
202091052

(22) Дата подачи заявки
2018.10.26

(51) Int. Cl. *C07C 273/04* (2006.01)
C07C 273/14 (2006.01)
B01D 5/00 (2006.01)
B01D 19/00 (2006.01)
F28F 9/02 (2006.01)
F28F 21/08 (2006.01)
F28D 7/06 (2006.01)

(54) КАРБАМАТНЫЙ КОНДЕНСАТОР ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

(31) 17198990.8

(32) 2017.10.27

(33) EP

(43) 2020.06.11

(86) PCT/NL2018/050711

(87) WO 2019/083367 2019.05.02

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

(72) Изобретатель:
Поупа Дорин (NL)

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

(56) EP-A1-0464307
US-A1-2015086440

(57) Описаны карбаматный конденсатор высокого давления, установка по производству карбамида и способ получения карбамида. Карбаматный конденсатор высокого давления в соответствии с изобретением представляет собой тип кожухотрубного теплообменника с трубным пучком и имеет перераспределительную камеру, соединенную с трубами трубного пучка и с патрубком. Патрубок проходит между перераспределительной камерой и кожухом.

040529

B1

040529

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к карбаматному конденсатору высокого давления. Конденсатор содержит кожухотрубный теплообменник, который содержит трубный пучок, установленный в кожух. Карбаматный конденсатор высокого давления может быть, в частности, использован для конденсирования карбамата в установках по производству карбамида, относящихся к стриппинговому типу. В некоторых вариантах осуществления коррозионные растворы, содержащие карбамат, присутствуют в процессе эксплуатации как на кожуховой стороне, так и на трубной стороне, в частности, как внутри, по меньшей мере, некоторых труб трубного пучка, так и в пространстве между трубами.

Уровень техники

Обычно используемый тип карбаматного конденсатора представляет собой бассейновый конденсатор, описанный в публикации "A lower cost design for urea", Nitrogen no. 222, Июль-Август 1996, стр. 29-31. Такой бассейновый конденсатор содержит трубную решетку. Трубные решетки в более общем смысле представляют собой типичную часть карбаматных конденсаторов высокого давления типа кожухотрубного теплообменника. Трубная решетка, как правило, представляет собой плоскую металлическую пластину, отделяющую межтрубное пространство в конденсаторе от коллектора. Трубная решетка, кроме того, герметизирует один торец обычно цилиндрического кожуха. Трубная решетка снабжена множеством расточенных отверстий. Трубы вставлены через расточенные отверстия или соединены с трубной решеткой, выровненной относительно отверстий, так что текучая среда может протекать между коллектором и трубами. Трубный пучок часто имеет очень большое количество труб, например более 100 труб или даже более 1000 труб. Коллектор используют для распределения текучей среды от впускного отверстия ко множеству труб или для отбора текучей среды из множества труб и подачи к выпускному отверстию.

В известных карбаматных конденсаторах трубная решетка, по существу, должна быть выполнена с возможностью выдерживать высокое давление. Кроме того, предотвращение коррозии является трудной задачей, поскольку карбамат имеет высокую коррозионную активность, особенно при высоких температурах конденсации карбамата под высоким давлением. Чтобы достичь высокой механической прочности и высокой коррозионной стойкости, известные трубные решетки часто изготавливают из углеродистой стали, покрытой слоем высококоррозионностойкой стали, такой как сплавы из дуплексной нержавеющей стали, со стороны (или сторон), подвергаемой(ых) воздействию коррозионной среды. Это увеличивает затраты на конструирование, например, из-за сложности сваривания труб с трубной решеткой.

Известная трубная решетка для карбаматного конденсатора котлового типа в установке по производству карбамида представлена в EP 0464307 и US 4082797.

Конструкция трубной решетки является, по существу, сложной и дорогостоящей. В настоящем изобретении по существу рассматриваются недостатки известных карбаматных конденсаторов высокого давления с трубными решетками, такие как высокие конструкционные издержки, связанные с трубной решеткой.

Раскрытие изобретения

Соответственно настоящее изобретение в первом аспекте относится к карбаматному конденсатору высокого давления, содержащему кожухотрубный теплообменник, представляющий собой сосуд, содержащий кожух и по меньшей мере один трубный пучок, содержащий трубы, имеющие концы, причем кожух включает в себя пространство сосуда, и часть пространства сосуда, находящаяся между трубами и кожухом, образует межтрубное пространство, при этом теплообменник дополнительно содержит перераспределительную камеру, расположенную в указанном пространстве сосуда, при этом указанная перераспределительная камера содержит стенку для отделения первой текучей среды в межтрубном пространстве от второй текучей среды внутри перераспределительной камеры, и при этом множество указанных труб присоединены к одной перераспределительной камере, так что указанная вторая текучая среда может протекать между указанными трубами и указанной перераспределительной камерой, причем конденсатор дополнительно содержит патрубок, проходящий от отверстия для второй текучей среды в указанном кожухе через указанное пространство сосуда к указанной перераспределительной камере, так что вторая текучая среда может протекать между концом трубы и указанным отверстием для второй текучей среды в указанном кожухе через указанную перераспределительную камеру и указанный патрубок.

Изобретение также относится к установке по производству карбамида, содержащей секцию синтеза карбамида высокого давления, которая содержит реактор, стриппер и карбаматный конденсатор высокого давления, причем карбаматный конденсатор высокого давления выполнен в соответствии с тем, как описано выше, и причем необязательно реактор и карбаматный конденсатор высокого давления объединены в одном сосуде, который имеет выход для жидкости, соединенный со стриппером.

Изобретение также относится к способу получения карбамида, в котором карбамид формируют в реакторе с получением раствора синтеза карбамида, причем по меньшей мере часть указанного раствора синтеза карбамида отпаривают в стриппере с получением отпаренного карбамидного раствора, и при этом газ из стриппера конденсируют в карбаматном конденсаторе высокого давления, причем способ выполняют в установке, описанной выше, и/или при этом карбаматный конденсатор высокого давления

выполнен в соответствии с тем, как описано выше.

В более общем смысле изобретение также относится к кожухотрубному теплообменнику, содержащему такой сосуд и содержащему такие кожух, трубный пучок, перераспределительную камеру и патрубок. Кожухотрубный теплообменник, например, выполнен с возможностью конденсации соединений, отличных от карбамата, и/или эксплуатации под давлениями ниже 100 бар, и/или выполнения процессов теплообмена, отличных от конденсации. Теплообменник может быть использован в производстве карбамида и в других установках и способах.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 представлен сравнительный карбаматный конденсатор с трубной решеткой, выполненный не в соответствии с изобретением;

на фиг. 2 представлен пример карбаматного конденсатора высокого давления в соответствии с изобретением;

на фиг. 3 схематично представлен пример установки по производству карбамида в соответствии с изобретением.

Осуществление изобретения

В настоящей заявке для технологических потоков (т.е. не для линий водяного пара) высокое давление (ВД) составляет более 100 бар, например от 120 до 300 бар, как правило от 150 до 200 бар. Среднее давление (СД) составляет, например, от 10 до 70 бар (включая промежуточное давление от 30 до 70 бар), в частности от 15 до 25 бар, и низкое давление (НД) составляет, например, от 0 до 10 бар, в частности от 1 до 8 бар или от 2 до 5 бар. В настоящем документе термин "карбамат" относится к карбамату аммония.

В отличие от конденсатора с падающей пленкой жидкости карбаматный конденсатор высокого давления предпочтительно представляет собой затопленный конденсатор. При эксплуатации затопленного конденсатора конденсацию выполняют в пространстве с жидкостью в качестве непрерывной фазы и с подлежащим конденсированию газом, диспергированным в жидкости. Таким образом, в пространстве конденсации присутствует уровень жидкости. Например, в процессе эксплуатации трубы покрыты конденсированной жидкостью (с внутренней или наружной стороны труб) и предпочтительно трубы погружены в конденсированную жидкость. Затопленный конденсатор, содержащий кожухотрубный теплообменник, выполнен с возможностью конденсации внутри труб или в межтрубном пространстве. В подходящем случае конденсацию выполняют в межтрубном пространстве. Межтрубное пространство представляет собой пустое пространство, к которому обращена внешняя поверхность труб. Межтрубное пространство кожуха ограничено кожухом. Конденсация в межтрубном пространстве представляет собой один вариант обеспечения относительно простой конструкции, в котором конденсат имеет достаточную продолжительность пребывания в конденсаторе. В этом случае преимуществом является то, что часть карбамида должна быть образована уже в конденсаторе. В случае конденсации в трубах также можно увеличить продолжительность пребывания конденсата путем использования большего количества и/или большего диаметра труб.

Конденсатор представляет собой, например, карбаматный конденсатор высокого давления, выполненный в виде затопленного конденсатора с конденсацией, выполняемой в межтрубном пространстве, например, на основе конструкции бассейнового конденсатора, но модифицированной с возможностью обеспечения одного или более таких указанных перераспределительных камер и патрубков. Пример конструкции бассейнового конденсатора показан в публикации в Nitrogen No. 222, июль-август 1996, стр. 29-31. Предпочтительно в трубах обеспечена охлаждающая текучая среда. В настоящем изобретении охлаждающая текучая среда представляет собой, например, технологический поток, такой как раствор, содержащий карбамид и карбамат, при этом раствор нагревается при прохождении через трубы, и необязательно в качестве охлаждающей текучей среды дополнительно используют воду (технологический конденсат).

Карбаматный конденсатор высокого давления имеет, например, вертикальную конфигурацию с трубами (прямым участком труб), расположенными вертикально относительно силы тяжести, при монтаже в установке по производству карбамида. По существу, вертикальный карбаматный конденсатор выполнен с возможностью конденсации в межтрубном пространстве или в трубах, предпочтительно в межтрубном пространстве. Конденсатор имеет, например, U-образный или прямой трубный пучок, предпочтительно U-образный трубный пучок. Например, вертикальный карбаматный конденсатор, который представляет собой тип конденсатора, описанный в US 6518457, и/или конденсатор, имеющий трубный пучок с концами труб в нижней части, может быть модифицирован с помощью перераспределительных камер и патрубков в соответствии с настоящим изобретением. Кроме того, вертикальный конденсатор с трубным пучком с концами труб в верхней части может быть оснащен перераспределительными камерами и патрубками в соответствии с изобретением, которые, например, размещены в верхней части конденсатора.

Карбаматный конденсатор высокого давления предпочтительно имеет горизонтальную конфигурацию с трубами (прямым участком труб), расположенными горизонтально относительно силы тяжести, при монтаже в установке по производству карбамида. Например, карбаматный конденсатор высокого давления с горизонтальной ориентацией может быть выполнен с возможностью конденсации в трубах и

для приема охлаждающей текучей среды в межтрубное пространство. Например, карбаматный конденсатор котлового типа, например, описанный в EP 0464307 или US 4899813, может быть модифицирован с помощью перераспределительной камеры и патрубков, как описано в настоящем документе.

В одном варианте осуществления конденсатор выполнен в виде горизонтального затопленного конденсатора. Это выгодным образом позволяет снизить высоту установки. В предпочтительном варианте осуществления конденсатор выполнен в виде горизонтального затопленного конденсатора, во время эксплуатации которого конденсация осуществляется на кожуховой стороне (т.е. в межтрубном пространстве). Это обеспечивает дополнительное преимущество, заключающееся в том, что объем конденсатора может быть легко выполнен с возможностью увеличения продолжительности пребывания конденсата. Это также можно использовать для создания бассейнового реактора. Конденсация на кожуховой стороне также приводит к тому, что среда высокого давления находится на кожуховой стороне, что упрощает процесс изготовления конденсатора и, в частности, обеспечивает более простую конструкцию перераспределительной камеры.

Таким образом, в предпочтительном варианте осуществления сосуд содержит газовпускное отверстие в межтрубное пространство, предназначенное для газа, подлежащего конденсированию. Газовпускное отверстие содержит отверстие в кожухе. Газовпускное отверстие обеспечивает эксплуатацию с конденсацией в межтрубном пространстве и охлаждающей(ими) текучей(ими) средой(ами) в трубах. Сосуд дополнительно содержит выпускное отверстие для жидкости из межтрубного пространства, такой как поток жидкости, содержащей карбамат. Выпускное отверстие содержит отверстие в кожухе. Сосуд предпочтительно содержит газораспределительное устройство, соединенное с газовпускным отверстием. Газораспределительное устройство предпочтительно содержит множество каналов для подачи газа из газовпускного отверстия в межтрубное пространство. Газораспределительное устройство может быть использовано для распределения газа, подлежащего конденсированию, по всей поверхности и внутрь межтрубного пространства, в частности в жидкость, в процессе эксплуатации. Газораспределительное устройство предпочтительно расположено ниже уровня жидкости в процессе эксплуатации. Например, газораспределительное устройство содержит барботажное устройство с одной или более трубами, проходящими по всей длине сосуда, причем указанная труба оснащена отводами, проходящими по ширине сосуда с обеих сторон указанных труб, при этом отводы имеют многочисленные отверстия для газа (например, более 50 отверстий на отвод) на верхней стороне отводов. Газ, подлежащий конденсированию, представляет собой, например, смесь, содержащую CO_2 и NH_3 , из стриппера высокого давления. Кроме того, сосуд предпочтительно содержит впускное отверстие для жидкости в межтрубное пространство, предназначенное для введения в межтрубное пространство потока жидкости, содержащего рециркуляционный поток аммиака и/или карбамата. В иллюстративном варианте осуществления рециркуляционный поток карбамата, например, из секции среднего давления установки по производству карбамида вводят в межтрубное пространство через отверстие в кожухе в верхней части кожуха. Это может улучшить смешивание, поскольку рециркуляционная жидкость с карбаматом имеет более высокую плотность, чем конденсирующая смесь в межтрубном пространстве. Отверстие в кожухе для рециркуляции карбамата предпочтительно расположено в направлении по длине на расстоянии менее 1 м от перераспределительной камеры. Это обеспечивает хорошее смешивание текучих сред в межтрубном пространстве вблизи перераспределительной камеры.

Карбаматный конденсатор расположен, например, горизонтально или вертикально. В случае горизонтального карбаматного конденсатора с газораспределительным устройством газораспределительное устройство проходит горизонтально и параллельно трубам (прямым участкам труб) так, чтобы вводить газ, подлежащий конденсированию, в межтрубное пространство через разные выпускные отверстия газораспределительного устройства, которые разнесены друг от друга в горизонтальном направлении. В этом варианте осуществления направление по длине также является горизонтальным. Трубы предпочтительно имеют U-образную форму.

Конденсатор предпочтительно содержит распределитель жидкости для распределения жидкости в межтрубное пространство через множество отверстий. Эти отверстия предпочтительно разнесены в направлении длины конденсатора. Распределитель жидкости, например, присоединен к элементу подачи аммиака, например, с возможностью жидкостного сообщения по потоку с компрессором для подачи аммиака. Как правило, распределитель жидкости (например, распределитель аммиака) соединен с отверстием в кожухе и при функционировании, например, погружен в жидкость, присутствующую в межтрубном пространстве.

Трубный пучок, по существу, содержит множество труб, причем трубы содержат прямые участки труб или состоят из них. Как правило, прямые участки труб расположены параллельно и разнесены друг от друга. В соответствии с этой заявкой при выполнении конденсации в кожухе трубы одного трубного пучка содержат одну и ту же охлаждающую текучую среду. Соответственно перераспределительная камера предпочтительно соединена с трубами одного трубного пучка. В дополнительном варианте осуществления в трубах использовано две или более охлаждающих текучих сред (с отдельными элементами подачи), и конденсатор содержит множество трубных пучков. Трубные пучки могут быть объединены в объединенный трубный пучок. Прямые участки всех труб в объединенном трубном пучке предпочти-

тельно параллельны друг другу.

Чтобы обеспечить достаточную теплообменную поверхность, карбаматный конденсатор высокого давления имеет один или более трубных пучков, например, по меньшей мере с 300 трубами в пучках суммарно, как правило от 1000 до 4000, например от 1500 до 3000 труб суммарно, например, по меньшей мере с 100 трубами в каждом трубном пучке. Например, трубы имеют постоянный внутренний диаметр по всей длине. Предпочтительно каждая перераспределительная камера присоединена только к впускным концам или только к выпускным концам одного трубного пучка.

В некоторых вариантах осуществления трубный пучок содержит прямые трубы с концами труб на противоположных сторонах трубного пучка в направлении по длине. На каждом конце трубного пучка могут быть обеспечены перераспределительные камеры. В принципе также на одном конце можно использовать трубную решетку и перераспределительную камеру на противоположном конце. Трубный пучок может быть размещен в любом положении по длине сосуда, например, в конце или в центре сосуда. Прямой участок труб имеет, например, длину, составляющую 20-90% от длины сосуда, например предпочтительно по меньшей мере 30%, по меньшей мере 40%, по меньшей мере 50% или по меньшей мере 60% и/или, например, до 90%, до 80% или до 70% от длины сосуда. В некоторых вариантах осуществления прямые участки труб имеют длину от 60 до 90% длины сосуда, и предпочтительно конденсат, полученный путем конденсации в конденсаторе, подается в реактор высокого давления. В некоторых вариантах осуществления прямые участки труб имеют длину от 20 до 60% длины сосуда, и предпочтительно конденсат, полученный путем конденсации в конденсаторе, подается в стриппер высокого давления. Например, конденсат подается непосредственно в стриппер, так что стриппер высокого давления принимает конденсат, имеющий ту же композицию, что и жидкость на выпускном отверстии конденсатора. В установке по производству карбамида в соответствии с таким вариантом осуществления реактор и конденсатор объединены в одном сосуде.

В некоторых вариантах осуществления на обоих концах труб (предпочтительно прямого трубного пучка) обеспечены перераспределительные камеры, причем перераспределительная(ые) камера(ы) отделена(ы) от сосуда на расстояние в направлении по длине, составляющее по меньшей мере 1%, по меньшей мере 5%, по меньшей мере 10% или по меньшей мере 20% от длины сосуда, на одном или обоих концах трубного пучка. Большее расстояние между перераспределительной камерой и сосудом на одном или обоих концах трубного пучка обеспечивает относительно большее межтрубное пространство для конденсации и может способствовать увеличению продолжительности пребывания конденсата в межтрубном пространстве. Это может обеспечивать образование карбамида и, например, эксплуатацию в качестве бассейнового реактора. Конденсированный карбамат, как правило, подается в карбамидный реактор и в некоторых вариантах осуществления непосредственно направляется в стриппер в процессе эксплуатации. Особенно в случае более длинных труб (основываясь на прямом участке труб), например, при длине свыше 5 м, свыше 10 м, свыше 20 м или свыше 30 м, изготовление прямых труб может быть проще, чем U-образных труб.

В дополнительных вариантах осуществления трубный пучок представляет собой пучок U-образных труб, причем каждая труба содержит изгиб и два колена, при этом колена представляют собой прямые участки труб. Карбаматный конденсатор необязательно содержит участок реактора между изгибом U-образного трубного пучка и кожухом (напротив трубных колен), например, но не исключительно, в случае бассейнового реактора. Пример бассейнового реактора описан в US 5767313. Прямые участки труб U-образного трубного пучка расположены в направлении по длине кожуха. В некоторых вариантах осуществления кожух содержит, по существу, цилиндрическую среднюю часть, имеющую диаметр и длину, с колпачковыми частями на обоих концах. В случае U-образного трубного пучка, например, по существу, полусферическая крышка (необязательно с люком) присоединена к концу средней части, которая находится рядом с изгибом трубного пучка, а также с другого конца средней части. В предшествующем уровне техники, например, как описано в US 5767313, на конце, удаленном от изгиба U-образного трубного пучка, обеспечена трубная решетка для присоединения концов труб к подающим и сливным линиям через коллектор.

Изобретение в целом основано на разумном осознании возможности размещения перераспределительной камеры внутри кожуха и соединения труб трубного пучка к перераспределительной камере, и обеспечения патрубком, соединяющего перераспределительную камеру с подающей или сливной линией через отверстие в кожухе. Патрубок расположен внутри кожуха и обеспечивает возможность расположения перераспределительной камеры на расстоянии от кожуха. В процессе эксплуатации патрубков с одной стороны находится в контакте с охлаждающей текучей средой и с другой стороны с газом, подлежащим конденсированию, и/или конденсатом, образованным в конденсаторе. То же самое применимо к стенке перераспределительной камеры. В вариантах осуществления с конденсацией на кожуховой стороне (вне труб) кожух представляет собой часть оборудования, которая содержит конденсирующую среду высокого давления и находится с внутренней стороны в контакте с этой средой. С наружной стороны кожух как правило подвергается воздействию окружающей среды.

В типичном варианте осуществления каждая труба трубного пучка имеет два конца трубы, и для каждой трубы один конец трубы соединен с впускной перераспределительной камерой (для распределе-

ния текучей среды ко множеству труб), а другой конец трубы - к выпускной перераспределительной камере (для сбора текучей среды из множества труб).

В предпочтительном варианте осуществления сосуд содержит два трубных пучка, например, для двух разных охлаждающих текучих сред, причем каждый трубный пучок с впускной перераспределительной камерой и выпускной перераспределительной камерой, так что сосуд содержит четыре перераспределительные камеры.

Перераспределительная камера содержит стенку. Стенка включает в себя участок стенки с расточенными отверстиями. В процессе эксплуатации текучая среда протекает между перераспределительной камерой и присоединенными к ней трубами через расточенные отверстия. Однако в отличие от традиционной трубной решетки этот участок стенки и конкретнее вся перераспределительная камера расположены на расстоянии от кожуха. Таким образом, как правило, ни одна из частей перераспределительной камеры не находится в прямом контакте с кожухом (внутренней поверхностью кожуха).

Перераспределительная камера соединена с концами труб. В частности, участок стенки с расточенными отверстиями соединен с концами труб, например, с помощью бесцелевых соединений.

Соответственно, по меньшей мере, некоторые концы труб размещены внутри пространства, заключенного в кожух (пространство сосуда), и соединены (для потока текучей среды) с отверстием в кожухе через перераспределительную камеру и патрубок, проходящий между перераспределительной камерой и кожухом. Перераспределительная камера отдалена от отверстия в кожухе, например, по меньшей мере на 5 см, по меньшей мере на 10 см или по меньшей мере на 40 см. Перераспределительная камера также отдалена, предпочтительно целиком, от кожуха предпочтительно по меньшей мере на 5 см, по меньшей мере на 10 см или по меньшей мере на 40 см. Эти расстояния предпочтительно обеспечены пустым пространством, которое в процессе эксплуатации может быть заполнено охлаждающей текучей средой или конденсирующей средой. Между перераспределительной камерой и кожухом, а также патрубками могут присутствовать опорные элементы.

Выгодным образом в предпочтительном варианте осуществления с охлаждающей(ими) текучей(ими) средой(ами) в трубах высокое давление находится снаружи перераспределительной камеры, а не внутри нее.

Выгодным образом стенки перераспределительной камеры могут быть тоньше, чем для известных трубных решеток, из-за меньших размеров перераспределительной камеры по сравнению с трубной решеткой. В частности, перераспределительная камера имеет меньшую площадь поверхности в поперечном сечении, перпендикулярном длине сосуда, по сравнению с кожухом и трубной решеткой, герметизирующей кожух. Это приводит к значительному уменьшению сил (напряжений), воздействие которых должна выдерживать конструкция стенок перераспределительной камеры.

В предпочтительном варианте осуществления элемент (пластина) с расточенными отверстиями перераспределительной камеры (или общий для пакета перераспределительных камер) имеет, например, только относительно небольшой фланец вокруг трубных пучков, например менее 40 см, менее 20 см или менее 10 см, вокруг каждого трубного пучка с каждой стороны от внешних труб каждого трубного пучка.

Перераспределительная камера может, например, быть снабжена внутренней несущей нагрузку конструкцией, такой как разделитель. Стенки перераспределительной камеры могут быть изготовлены или состоять из одного листа коррозионностойкого материала, такого как дуплексная нержавеющая сталь. Для предпочтительного варианта осуществления трубы легче приваривать к перераспределительной камере с однолистовой стенкой особенно по причине отсутствия риска воздействия углеродистой стали.

Кроме того, выгодным образом стенки перераспределительных камер также вносят вклад в теплообменную поверхность, поскольку в процессе эксплуатации они могут находиться, с одной стороны, в контакте с охлаждающей текучей средой и, с другой стороны, с конденсирующей средой.

Изобретение также относится к установке по производству карбамида, содержащей секцию синтеза карбамида высокого давления, которая содержит карбаматный конденсатор высокого давления в соответствии с тем, как описано выше, реактор и стриппер. Каждый из реактора, конденсатора и стриппера эксплуатируют под высоким давлением. Стриппер имеет газопроводную линию к конденсатору, конденсатор имеет линию потока жидкости в реактор, и реактор имеет линию потока жидкости в стриппер для по меньшей мере части карбамидного раствора. Реактор и конденсатор необязательно объединены в одном сосуде, который, например, расположен горизонтально, и из которого конденсат подается непосредственно в стриппер. Такой единый сосуд, например, содержит конденсаторную часть и реакторную часть. Также в случае конденсатора и реактора, обеспеченных в виде отдельных сосудов (как правило, с вертикальным сосудом реактора), необязательно в конденсаторе формируется уже некоторое количество карбамида. Например, установка содержит газопроводную линию от стриппера к межтрубному пространству и линию потока жидкости от стриппера к трубному пучку карбаматного конденсатора, или, например, установка содержит газопроводную линию от стриппера к трубному пучку и линию потока жидкости от стриппера к межтрубному пространству карбаматного конденсатора, при этом указанная линия потока к трубному пучку проходит через патрубок и перераспределительную камеру в соответст-

вии с тем, как описано выше.

В процессе эксплуатации поток синтеза карбамида из реактора, содержащий карбамид, воду, CO_2 и NH_3 (частично в виде карбамата), по меньшей мере частично, подают в стриппер. Карбамат диссоциирует на CO_2 и NH_3 в стриппере и часть непрореагировавших компонентов удаляют из раствора в виде газа. В стриппере разложение карбамата стимулируют нагреванием и противоточным контактом с отпарочным газом для стимуляции диссоциации. В стриппере используют нагревание и, например, подачу CO_2 под высоким давлением в качестве отпарочного агента, так называемое термическое отпаривание также возможно. Нагревание в стриппере, как правило, представляет собой косвенный теплообмен с водяным паром, обычно с водяным паром на кожуховой стороне и потоком синтеза карбамида в трубах кожухотрубного теплообменника, используемого в качестве стриппера. Отпаренный карбамидный раствор, все еще содержащий некоторое количество карбамата и NH_3 , обычно расширяют до более низкого давления и подают в секцию регенерации, в которой из карбамидного раствора удаляют больше карбамата; секция регенерации включает в себя, например, секцию регенерации СД с секцией регенерации НД, расположенные последовательно ниже по потоку, или только секцию регенерации НД. Поток смешанного газа из стриппера, содержащий NH_3 и CO_2 , подают в конденсатор высокого давления, либо в трубы, либо в межтрубное пространство.

В предпочтительном варианте осуществления поток смешанного газа подают в межтрубное пространство через отверстие в кожухе. В трубы подают одну или более охлаждающих текучих сред через патрубок и перераспределительную камеру в соответствии с тем, как описано выше (с отдельными патрубками и перераспределительными камерами для разных охлаждающих текучих сред). Жидкий конденсат формируется и в этом предпочтительном варианте осуществления присутствует в межтрубном пространстве, при этом в верхней части межтрубного пространства необязательно присутствует газ. Конденсированная жидкость находится в контакте с трубами, так что конденсат обычно переохлаждается.

В этом предпочтительном варианте осуществления для распределения газа, подлежащего конденсированию в межтрубном пространстве, используют газораспределительное устройство, такое как барботажное устройство, в частности, для распределения в направлении по длине конденсатора. Барботажное устройство представляет собой, например, трубу, имеющую впускное отверстие, соединенное с выпускным отверстием кожуха, необязательно с отводами, и при этом труба имеет множество выпускных отверстий для газа, причем выпускные отверстия разнесены друг от друга в направлении по длине. Отводы проходят по ширине сосуда и имеют отверстия для газа. Предпочтительный карбаматный конденсатор содержит такое барботажное устройство. Для горизонтальных конденсаторов газораспределительное устройство и прямые участки труб проходят параллельно в направлении по длине; предпочтительно по меньшей мере часть газораспределительного устройства расположена под прямыми участками. Это выгодным образом обеспечивает улучшенное распределение тепла конденсации в кожухе.

В некоторых вариантах осуществления аммиак также вводят в межтрубное пространство, например, с использованием распределителя жидкости, особенно в случае использования стриппера с CO_2 .

В некоторых вариантах осуществления тепло конденсации, по меньшей мере частично, отводят за счет образования водяного пара (испарения воды) по меньшей мере в некоторых трубах, в случае конденсации в межтрубном пространстве, и в межтрубном пространстве, в случае конденсации в трубах, при этом водяной пар, например, образуется из технологического конденсата.

Части карбаматного конденсатора, которые находятся в контакте с технологической средой, особенно при более высокой температуре (например, технологическая среда, конденсирующая под высоким давлением в конденсаторе) обычно изготовлены из коррозионностойких материалов, в частности из стали карбамидного класса, такой как аустенитно-ферритная дуплексная нержавеющая сталь (дуплексная сталь). Например, на кожухе с внутренней стороны, как правило, предусмотрена наплавка (т.е. наплавленный слой) или внутренняя облицовка, изготовленная из стали карбамидного класса или другого коррозионностойкого металла, например, дуплексной аустенитно-ферритной нержавеющей стали, стали марки AISI 316L или стали марки INOX 25/22/2 Cr/Ni/Mo. Такая внутренняя облицовка является типичной для кожуха карбаматного конденсатора высокого давления. Снаружи кожух, например, представляет собой кожух из углеродистой стали и имеет толщину, например, по меньшей мере 30 мм или по меньшей мере 40 мм.

В некоторых вариантах осуществления карбаматный конденсатор ВД содержит два трубных пучка. Их можно использовать для реализации способа, в котором используют две разные охлаждающие текучие среды, например, первый трубный пучок для получения водяного пара из воды и второй трубный пучок, в котором водный раствор, содержащий карбамид и карбамат, нагревают, чтобы вызвать разложение карбамата.

Такой конденсатор, например, может быть использован в установке и способе, описанных в US 2015/0119603.

В одном варианте осуществления конденсатор ВД с двумя трубными пучками используют в способе получения карбамида, в котором в первом трубном пучке водяной пар получают из воды (также упоминается как конденсат). Во втором трубном пучке раствор, содержащий карбамат (и, как правило, также карбамид), нагревают теплом конденсации, полученным от технологической среды высокого давле-

ния на кожуховой стороне, так что по меньшей мере часть карбамата в растворе во втором трубном пучке диссоциирует с образованием NH_3 и CO_2 . Этот раствор, например, получают в виде отпаренного карбамидного раствора из стриппера ВД или как часть раствора синтеза карбамида из реактора, который не отпарен в стриппере ВД. Например, карбамидный раствор, который является частью жидкости из реактора (необязательно из комбинированного сосуда, содержащего конденсатор и реактор), и/или карбамидный раствор, который является по меньшей мере частью жидкости из стриппера, подают во второй трубный пучок, в частности, через впускную перераспределительную камеру и впускной патрубок ко второму трубному пучку, необязательно с промежуточными стадиями, такими как расширение и разделение газ/жидкость (мгновенное испарение). Например, весь карбамидный раствор, выходящий из стриппера, или его часть расширяют, необязательно подвергают мгновенному испарению и необязательно дополнительно расширяют и подают под средним давлением (например, 10-35 бар) во второй трубный пучок.

В некоторых вариантах осуществления второй трубный пучок принимает содержащий карбамат раствор, например, в способах получения карбамида, включающих в себя подачу карбамидного раствора во второй трубный пучок непосредственно или опосредованно из реактора (или реакторной части), например из реактора, стриппера или из секции регенерации, предпочтительно через впускной патрубок и впускную перераспределительную камеру. В таких вариантах осуществления термическое разложение карбамата (на CO_2 и газ NH_3) может происходить во втором трубном пучке.

Конденсатор высокого давления можно, например, использовать в способе получения карбамида, относящемся к стриппинговому типу, в котором часть карбамидного раствора из реактора направляют в стриппер высокого давления и другую часть раствора подают в обход стриппера и направляют на стадию обработки под средним давлением с использованием разложения карбамата путем нагревания раствора под средним давлением. Изобретение также относится к такому способу. Пример такого способа с использованием конденсатора высокого давления другого типа описан в US 2004/0116743. В процессе эксплуатации карбаматного конденсатора высокого давления настоящего изобретения и в предпочтительном способе изобретения стадию обработки под средним давлением выполняют, например, путем подачи карбамидного раствора через (второй) трубный пучок карбаматного конденсатора высокого давления при косвенном теплообменном контакте с конденсирующими газами в конденсаторе, которые принимают из стриппера. В дополнительном варианте осуществления карбаматный конденсатор используют для генерации водяного пара (например, в трубном пучке), причем водяной пар используют для подачи тепла на стадию разложения под средним давлением карбамидного раствора, полученного из стриппера, или неотпаренного карбамидного раствора из реактора.

Для традиционных карбаматных конденсаторов ВД проблема в случае наличия в процессе эксплуатации карбаматсодержащей жидкости(ей), по меньшей мере, в некоторых трубах, а также в межтрубном пространстве заключается в риске коррозии и способе присоединения трубы к трубной решетке, например, для бассейнового конденсатора с трубной решеткой, как описано в US 2015/0119603. Настоящее изобретение обеспечивает важное преимущество, заключающееся в том, что перераспределительная камера, в частности участок стенки с расточенными отверстиями, который с обеих сторон подвергается воздействию коррозионного карбаматсодержащего раствора, в варианте осуществления может быть изготовлен из (и состоять из) однолистовой коррозионностойкой стали, такой как однолистовая дуплексная нержавеющая сталь. Это, в частности, относится к ситуации, когда конденсация происходит на кожуховой стороне. Также возможны многослойные стенки камеры, особенно если все слои выполнены из коррозионностойкого материала. В некоторых вариантах осуществления толщина участка стенки с расточенными отверстиями для труб в 0,5-2 раза превышает толщину любого другого участка стенки перераспределительной камеры, причем участок стенки с расточенными отверстиями представляет собой плоскую пластину. Например, если другие части перераспределительной камеры имеют стенки толщиной 1-2 см, участок стенки с расточенными отверстиями для труб имеет толщину 0,5-4 см. В некоторых вариантах осуществления толщина участка стенки с расточенными отверстиями для труб в 0,9-1,1 раза превышает толщину других участков стенки перераспределительной камеры. Преимущество изобретения заключается в том, что участок стенки с расточенными отверстиями для труб не обязательно должен представлять собой очень толстую пластину, такую как в случае трубной решетки.

В иллюстративном варианте осуществления конденсатор содержит два U-образных трубных пучка, расположенных в вертикальном направлении с конфигурацией АВВА, где А представляет собой прямой участок первого трубного пучка, и В представляет собой прямой участок второго трубного пучка, или где А представляет собой прямой участок второго трубного пучка (используемый в процессе эксплуатации, например, для разложения карбамата), и В представляет собой прямой участок первого трубного пучка (используемый в процессе эксплуатации, например, для генерации водяного пара), и предпочтительно с вертикальным пакетом из четырех перераспределительных камер, присоединенных к двум трубным пучкам. В таком варианте осуществления изгибы U-образного трубного пучка могут быть расположены концентрическим образом (в частности, в поперечном сечении в плоскости длина-высота). В альтернативном варианте осуществления конструкция может представлять собой конфигурацию ААВВ, которая обеспечивает, например, два набора изгибов в каждом трубном пучке с концентричным распо-

ложением и два набора, расположенных друг над другом.

В предпочтительном варианте осуществления установки по производству карбамида согласно изобретению карбаматный конденсатор высокого давления содержит трубный пучок, который соединен с питающей линией через перераспределительную камеру и патрубок. Питающая линия используется для подачи карбамидного раствора, который также содержит карбамат, в трубы трубного пучка. Питающая линия соединена со стриппером для приема отпаренного карбамидного раствора из стриппера и/или соединена с реактором для приема части карбамидного раствора из реактора. В предпочтительном варианте осуществления питающая линия содержит расширительное устройство и предпочтительно сепаратор газ/жидкость для отделения газа от расширенного карбамидного раствора. Предпочтительно питающая линия выполнена с возможностью подачи по меньшей мере части расширенного карбамидного раствора в патрубок.

В предпочтительном варианте осуществления трубный пучок (принимающий карбамидный раствор, также содержащий карбамат) соединен с сепаратором газ/жидкость через выпускную перераспределительную камеру и патрубок. Сепаратор газ/жидкость предпочтительно сообщается по потоку жидкости с секцией регенерации и сообщается по потоку газа со вторым конденсатором. Аммиак и CO_2 , полученные в результате термического разложения карбамата в трубах, по меньшей мере частично, конденсируют во втором конденсаторе. Предпочтительно второй конденсатор эксплуатируют под средним давлением. Предпочтительно конденсацию выполняют в теплообменном контакте с секцией испарения установки по производству карбамида, так что для испарения воды из карбамидного раствора используют тепло конденсации. Предпочтительно второй конденсатор для рециркуляционного потока карбамата сообщается по потоку жидкости с карбаматным конденсатором высокого давления и более предпочтительно с межтрубным пространством.

Кроме того, конденсатор ВД может содержать второй трубный пучок, соединенный с питающей линией для технологического конденсата (т.е. воды) и присоединенный к отводящей линии для водяного пара.

В предпочтительном варианте осуществления конденсатор содержит одну или более пар патрубков, причем каждая пара включает в себя впускной патрубок и выпускной патрубок. Конденсатор предпочтительно содержит одну или более пар перераспределительных камер, причем каждая пара включает в себя впускную перераспределительную камеру для распределения охлаждающей текучей среды, которую подают от впускного патрубка ко множеству труб, и выпускную перераспределительную камеру для объединения нагретой охлаждающей текучей среды от множества труб к выпускному патрубку. Для каждой пары перераспределительные камеры, как правило, расположены на одной стороне прямых участков труб в случае U-образного трубного пучка или на противоположных сторонах (в направлении по длине) труб в случае прямого трубного пучка.

В предпочтительном варианте осуществления перераспределительная камера содержит множество элементов (таких как элементы - пластины) и, следовательно, не является полностью цельной. Эти элементы вместе образуют стенку перераспределительной камеры. По меньшей мере один из элементов обеспечен расточенными отверстиями для трубы, и этот же или другой элемент (например, другая пластина) обеспечен отверстием для патрубка. Предпочтительно по меньшей мере один другой элемент выполнен с возможностью открытия и закрытия, например, с возможностью отсоединения, таким образом обеспечивая доступ к внутреннему пространству перераспределительной камеры. Этот элемент представляет собой, например, пластину крышки. Этот элемент можно использовать для обеспечения доступа к внутреннему пространству перераспределительной камеры, например, для людей и/или для устройств. Таким образом, внутреннее пространство перераспределительной камеры, т.е. пространство для приема текучей среды, доступно для технического обслуживания и осмотра перераспределительной камеры изнутри и труб, в частности для осмотра внутренних поверхностей труб и для закупоривания труб. Закупоривание труб может включать в себя помещение пробки в трубу на конце трубы, соединенном с перераспределительной камерой. В предпочтительном варианте осуществления перераспределительная камера содержит крепежные элементы для прикрепления элемента, выполненного с возможностью открытия, к по меньшей мере одному другому элементу, такие как болты. Например, перераспределительная камера в форме короба, имеющая переднюю пластину, выполненную с возможностью открытия, может содержать переднюю пластину, имеющую отверстия, и боковые пластины с пазами (например, резьбовым отверстием), выровненными в соответствии с отверстиями. Эти отверстия и пазы могут принимать крепежный элемент, такой как болт.

Перераспределительная камера может дополнительно содержать разделители для отделения участков стенки (например, элементов - пластин) друг от друга, например, для обеспечения сопротивления силам сжатия.

Сосуд предпочтительно содержит опоры для перераспределительной камеры, например, расположенные ниже перераспределительной камеры и на кожухе. Например, опорные элементы могут быть предусмотрены ниже (и, например, в одном и том же расположении в направлении по длине сосуда) участка стенки, обеспеченного расточенными отверстиями. Опора может содержать паз для приема выступа перераспределительной камеры для фиксации перераспределительной камеры на месте. Перераспреде-

лительная камера или, например, пакет перераспределительных камер, например, обеспечены средствами фиксации для удержания камер на месте в кожухе.

Предпочтительно площадь поверхности поперечного сечения перераспределительной камеры (поперечное сечение, перпендикулярное оси по длине сосуда) составляет менее 90%, или менее 80%, или менее 40% площади поверхности поперечного сечения сосуда (в частности, площади поверхности, заключенной в кожух в указанном поперечном сечении).

В случае (вертикального) пакета перераспределительных камер площадь поверхности поперечного сечения пакета в плоскости ширина-высота (перпендикулярной центральной оси по длине сосуда) составляет, например, менее 90%, или менее 80%, или менее 70% площади поверхности поперечного сечения сосуда (в частности, площади поверхности, заключенной в кожух в указанном поперечном сечении).

Предпочтительно межтрубное пространство представляет собой единое неразделенное пространство, в котором все части пространства сообщаются по текучей среде друг с другом; также в таких вариантах осуществления межтрубное пространство может включать в себя перегородки для разделения межтрубного пространства на отсеки, которые не полностью изолированы друг от друга. Предпочтительно кожух находится в контакте с межтрубным пространством, и предпочтительно вся внутренняя поверхность кожуха находится в контакте с межтрубным пространством. Предпочтительно каждый патрубок проходит через межтрубное пространство. Предпочтительно каждый патрубок содержит сегмент длины, в котором вся наружная стенка патрубка обращена к межтрубному пространству. Предпочтительно передняя пластина перераспределительной камеры (или каждой перераспределительной камеры) в форме короба (с отверстиями для соединения с трубами на противоположной задней пластине) находится на внешней стороне, обращенной к межтрубному пространству.

В некоторых вариантах осуществления по меньшей мере одна перераспределительная камера при эксплуатации, по меньшей мере частично, погружена в конденсированную жидкость, при этом предпочтительно каждая перераспределительная камера, по меньшей мере частично, погружена в конденсированную жидкость, и предпочтительно по меньшей мере одна перераспределительная камера полностью погружена в конденсированную жидкость, причем конденсированная жидкость конденсирована в межтрубном пространстве.

В предпочтительном варианте осуществления кожух содержит, по существу, цилиндрическую среднюю часть и две колпачковые части. Каждая колпачковая часть может содержать множество частей кожуха. Колпачковая часть представляет собой, например, по существу, полусферическую деталь, необязательно имеющую люк и пластину. Две колпачковые части закрывают среднюю часть на противоположных концах, в частности, на противоположных концах в направлении по длине. Предпочтительно межтрубное пространство представляет собой единое межтрубное пространство, образованное средней частью и колпачковыми частями. Предпочтительно межтрубное пространство не разделено, например, разделительными стенками, но тем не менее может включать в себя перегородки. Предпочтительно текучая среда может протекать от газораспределительного устройства в обе колпачковые части.

Карбаматные конденсаторы высокого давления отличаются от других типов теплообменников, в частности охладителей горячего газа, за счет ряда отличительных признаков, которые являются предпочтительными для обладающего признаками изобретения карбаматного конденсатора. Горизонтальный карбаматный конденсатор, выполненный с возможностью конденсации в кожухе, может, например, включать в себя перегородки (или переборки), разделяющие межтрубное пространство на отсеки в направлении по длине и проходящие от дна сосуда, но не полностью к верхней его части, таким образом оставляя зону подачи газа в верхней части кожуха; верхняя часть перегородок определяет уровень жидкости конденсата в процессе эксплуатации. Некоторые перегородки могут иметь отверстия, например, на вертикальной высоте трубного пучка. Обычно перегородка, расположенная ниже всего по направлению потока, не имеет отверстий, так что жидкий конденсат протекает через верх перегородки к выходу для жидкости в кожухе. Таким образом, секция кожуха содержит переливную перегородку. Это позволяет контролировать уровень конденсата в конденсаторе, в особенности для полного погружения трубного пучка. Более того, обычно трубный пучок, в особенности U-образный трубный пучок, имеет однопроходную конфигурацию для каждой охлаждающей текучей среды (карбамидный раствор и/или технологический конденсат).

Карбаматный конденсатор с конденсацией в трубах, например, горизонтального котлового типа, содержит, например, эжектор на впускном отверстии для карбаматного раствора и, например, содержит зону смешивания для впуска газа, подлежащего конденсированию, и карбаматного раствора. Карбаматный конденсатор имеет, например, канал для рециркуляционного карбаматного раствора от выпускного конца трубы к впускному отверстию для газа, подлежащего конденсированию.

В случае вертикального карбаматного конденсатора, который выполнен с возможностью конденсации в межтрубном пространстве, конденсатор содержит, например, насадочную часть сверху, например часть с насадкой для очистки отходящего газа с помощью раствора, подаваемого через впускное отверстие кожуха над насадочной частью, в частности впускное отверстие для карбаматного раствора, и спускную трубу, расположенную ниже насадочной части, но выше U-образного изгиба трубного пучка до части конденсатора, расположенной ниже указанного изгиба. Вертикальный карбаматный конденсатор

предпочтительно имеет впускное отверстие для жидкости в кожухе, необязательно со спускной трубой, чтобы в процессе эксплуатации можно было поддерживать уровень жидкости выше U-образного изгиба трубных пучков, причем концы труб находятся в нижней части сосуда.

Патрубки предпочтительно содержат коррозионностойкую сталь, такую как дуплексная нержавеющая сталь, или изготовлены из нее. Например, патрубки изготовлены целиком из такой стали. Участки стенок перераспределительных камер и любые внутренние конструкции, такие как разделители, которые в процессе эксплуатации находятся в контакте с карбаматом, предпочтительно изготовлены из коррозионностойкой стали, такой как дуплексная нержавеющая сталь. Трубы и предпочтительная внутренняя облицовка кожуха предпочтительно изготовлены из коррозионностойкой стали, такой как дуплексная нержавеющая сталь.

Подходящая дуплексная нержавеющая сталь для указанных частей карбаматного конденсатора включает в себя, например, сталь, доступную в продаже под маркой Safurex® и имеющую состав 29Cr-6,5Ni-2Mo-N, которую также обозначают кодом ASME 2295-3 и UNS S32906, или, например, сталь, доступную в продаже в виде стали DP28W (TM) и имеющую состав 27Cr-7,6Ni-1 Mo-2,3W-N, которую также обозначают кодом ASME 2496-1 и UNS S32808. Сталь Safurex (R) имеет, например, состав (мас. %): C: макс. 0,05, Si: макс. 0,8, Mn: 0,3-4,0, Cr: 28-35, Ni: 3-10, Mo: 1,0-4,0, N: 0,2-0,6, Cu: макс. 1,0 W: макс. 2,0 S: макс. 0,01 Ce: 0-0,2, остальное - Fe и (неизбежные) примеси. Предпочтительно содержание ферритов составляет 30-70% по объему и более предпочтительно 30-55%. Более предпочтительно сталь содержит (мас. %): C макс. 0,02, Si макс. 0,5, Cr 29-33, Mo 1,0-2,0, N 0,36-0,55, Mn 0,3-1,0, остальное - Fe и примеси. Также приемлемой является дуплексная нержавеющая сталь, имеющая состав по массовому проценту (мас. %): C макс. 0,030; Si макс. 0,8; Mn макс. 2,0; Cr 29,0-31,0; Ni 5,0-9,0; Mo менее 4,0; W менее 4,0; N 0,25-0,45; Cu макс. 2,0; S макс. 0,02; P макс. 0,03; остальное - Fe и неизбежно присутствующие примеси; и при этом содержание Mo + W составляет более 3,0, но менее 5,0 (мас. %), кроме того, предпочтительно с составом стали, описанном в WO 2017/014632, включенном в настоящий документ путем ссылки. В некоторых вариантах осуществления кожух содержит внутреннюю облицовку, изготовленную из таких сталей.

Каждый патрубок имеет первый конец патрубка, соединенный со стенкой перераспределительной камеры, и второй конец, соединенный с кожухом. Первый конец патрубка выровнен в соответствии с отверстием в стенке и второй конец патрубка выровнен в соответствии с отверстием в кожухе, так что текучая среда может протекать от наружной стороны кожуха к перераспределительной камере через патрубок. Патрубок, по меньшей мере частично, расположен в сосуде. Первый конец патрубка расположен в сосуде. Патрубок проходит через пространство сосуда. Кроме того, внешняя поверхность патрубка обращена к межтрубному пространству.

Патрубок может состоять из одной или более частей патрубка, например частей патрубка, расположенных последовательно и соединенных друг с другом.

Первый конец патрубка соединен с перераспределительной камерой, например, с помощью сварки. Первый конец патрубка, например, размещен радиально наружу от концов труб, соединенных с этой перераспределительной камерой, т.е. дополнительно отдален от центральной оси по длине сосуда в направлении, перпендикулярном длине. В иллюстративном варианте осуществления с перераспределительной камерой в форме короба с нижней, верхней, передней, задней и двумя боковыми пластинами конец патрубка, например, прикреплен к боковой, верхней или нижней пластине, и концы труб прикреплены к задней пластине, а передняя пластина представляет собой, например, закрывающую пластину, которая выполнена с возможностью открытия для технического обслуживания и осмотра. В принципе патрубок также может быть соединен с задней пластиной или с передней пластиной. В иллюстративном варианте осуществления с перераспределительной камерой в форме короба патрубок присоединен к передней пластине, а боковая пластина выполнена с возможностью открытия.

В предпочтительном варианте осуществления множество перераспределительных камер уложены друг на друга с образованием пакета предпочтительно перераспределительных камер в форме короба и предпочтительно с вертикальным расположением пакета. Предпочтительно элемент пластины является общим для расположенных пакетом перераспределительных камер, при этом предпочтительно элемент пластины имеет расточенные отверстия. Предпочтительно трубный пучок содержит U-образные трубы, причем каждая труба имеет изгиб и два колена. Предпочтительно пакет перераспределительных камер включает в себя впускную перераспределительную камеру и выпускную перераспределительную камеру, соединенные с одним и тем же U-образным трубным пучком.

В случае (вертикального) пакета из перераспределительных камер предпочтительно в форме короба разные пластины могут быть общими для перераспределительных камер пакета. Это может относиться, например, к задней пластине (например, с расточенными отверстиями для соединения с трубным пучком) и к боковой пластине. Горизонтальная пластина может быть общей для двух смежных камер, обеспечивая верхнюю пластину и нижнюю пластину, в частности, когда камеры принимают текучую среду под одинаковым давлением в процессе эксплуатации. В случае вертикального пакета из четырех или более перераспределительных камер для верхней перераспределительной камеры патрубок может быть присоединен к верхней пластине, для нижней перераспределительной камеры патрубок может быть при-

соединен к нижней пластине, и для перераспределительных камер в середине патрубков могут быть присоединены к боковой пластине. В предпочтительном варианте осуществления перераспределительная камера обеспечена патрубками на двух противоположных боковых пластинах, и в процессе эксплуатации их используют, например, в качестве как впускных, так и выпускных отверстий. Преимуществом является то, что это может способствовать хорошему распределению текучей среды по трубам и эффективному удалению жидкости из труб. В частности, благодаря тому, что в некоторых вариантах осуществления перераспределительная камера в форме короба имеет ширину (от стороны к стороне), которая превышает высоту перераспределительной камеры, и при этом то же самое относится к зоне задней пластины, которая обеспечена отверстиями.

В иллюстративном варианте осуществления с пакетом перераспределительных камер все патрубки, соединенные с указанным пакетом, проходят к верхней части кожуха. В сочетании, например, с несущими конструкциями для трубного пучка в сосуде между нижней частью кожуха и трубным пучком это может обеспечить адаптацию к расширению и/или сокращению оборудования. В случае пакета перераспределительных камер камеры могут иметь, например, общую совместно используемую заднюю пластину, и для вертикального пакета общими совместно используемыми также могут быть боковые пластины.

В некоторых иллюстративных вариантах осуществления расстояние в направлении по длине между первым и вторым концами патрубка составляет для одного или более патрубков (или даже для всех патрубков) менее 20% или менее 10% от длины сосуда или менее 20% или менее 10% от длины прямых участков труб.

В дополнительном варианте осуществления один или более патрубков проходят в направлении по длине, например, когда патрубки расположены, по существу, параллельно (например, с отклонением менее 5°) трубам (прямым участкам труб). В некоторых иллюстративных вариантах осуществления расстояние в направлении по длине между первым и вторым концами патрубка составляет для одного или более, или даже для всех патрубков более 10% или более 20% от длины прямых участков труб.

Как правило, в перераспределительной камере количество труб, соединенных с этой перераспределительной камерой, по меньшей мере в 10 раз превышает количество патрубков, соединенных с этой перераспределительной камерой, например, превышает по меньшей мере в 50 раз или по меньшей мере в 100 раз. Соответственно, патрубки, по существу, имеют площадь поверхности в поперечном сечении (перпендикулярном направлению потока) внутреннего пространства потока патрубка, которая по меньшей мере в 10 или по меньшей мере в 20 раз больше, чем аналогичная площадь трубы.

Каждый патрубок имеет по меньшей мере два конца патрубка, причем концы патрубков относятся к концевым частям, а не только к боковому краю. Патрубок также может иметь, например, три конца патрубка в случае Y-образного патрубка. Конец патрубка соединен с перераспределительной камерой. Например, торец патрубка может примыкать к (плоской) стороне стенки перераспределительной камеры посредством бесщелевого соединения. Конец патрубка также может быть вставлен через отверстие в стенке перераспределительной камеры, например, когда щель между стенкой и частью патрубка герметизирована сварным швом.

Аналогичным образом конец патрубка (концевая часть) соединена с кожухом, например конец патрубка может примыкать к кожуху, например, посредством бесщелевого соединения. В случае, если стенка кожуха включает в себя элемент из углеродистой стали, и текучая среда, подлежащая перемещению через патрубок, включает в себя карбамат, конец патрубка или концевая часть патрубка может быть вставлена через отверстие в кожухе. Щель между вставленной частью патрубка и поверхностью отверстия кожуха (включая любую подверженную воздействию углеродистую сталь) может быть закрыта с помощью сварки также с внутренней стороны кожуха, поскольку место для лунки будет доступно. Не обязательно часть патрубка, такую как гильза (например, из дуплексной нержавеющей стали), сначала вставляют через отверстие, щель герметично закрывают, например, посредством сварки, и вставленную часть патрубка (например, гильзу) соединяют с другой частью патрубка, например, с помощью сварки по внутренней кромке отверстий. Например, конденсатор содержит концевую часть патрубка, вставленную через отверстие в кожухе и имеющую герметично закрытую щель между вставленной частью патрубка и кожухом.

В варианте осуществления, в котором перераспределительная камера оснащена множеством патрубков, эти патрубки необязательно соединены с коллектором (или соединительным сегментом), который может быть размещен внутри или снаружи сосуда. В некоторых вариантах осуществления патрубков содержит соединительный сегмент (например, T-соединение), который соединяет по меньшей мере три сегмента патрубка. При использовании такого патрубка два конца патрубка могут быть, например, соединены с перераспределительной камерой и один конец патрубка - с кожухом. В иллюстративном варианте осуществления впускной патрубков соединен с нижней пластиной нижней перераспределительной камеры вертикального пакета перераспределительных камер посредством двух или более сегментов патрубка, каждый из которых соединен с нижней пластиной, по меньшей мере один сегмент патрубка соединен с кожухом, и расположенный внутри пространства сосуда соединительный сегмент, соединяющий указанные сегменты патрубков. Указанные по меньшей мере два сегмента патрубка, соединенные с перераспределительной камерой, могут быть разнесены друг от друга для оптимального распределения

текущих сред по трубам.

Конденсатор может быть изготовлен, например, способом, включающим в себя монтаж трубного пучка в кожухе (имеющем по меньшей мере один открытый конец), например, как на опорных перегородках. Изобретение также относится к такому способу изготовления. Способ может включать в себя присоединение перераспределительных камер к концам труб до или после монтажа трубного пучка, например, с помощью сварки по внутренней кромке отверстий. Например, в кожух устанавливают трубный пучок, присоединенный к пакету перераспределительных камер. Способ может включать в себя присоединение патрубков к перераспределительной камере после монтажа трубного пучка. Патрубки могут быть вставлены через кожух до или после монтажа. Способ может включать в себя закрытие сосуда, например, путем присоединения закрывающего колпачка (например, полуголовки), по существу, к цилиндрической средней части сосуда, имеющего по меньшей мере один открытый конец, например, в конце средней части, где размещена перераспределительная камера.

Иллюстративные варианты осуществления изобретения представлены и описаны совместно с чертежами, причем эти чертежи не ограничивают изобретение или формулу изобретения.

На фиг. 1 представлен сравнительный карбаматный конденсатор высокого давления, выполненный не в соответствии с изобретением. Конденсатор (100) представлен в виде кожухотрубного теплообменника (101) и выполнен в виде горизонтального затопленного конденсатора с U-образным трубным пучком (103) для охлаждающей текучей среды и имеет в процессе эксплуатации газ, подлежащий конденсированию, в межтрубном пространстве (105). Часть нижней половины конденсатора (100) показана на фиг. 1. Теплообменник (101) содержит сосуд (102), причем сосуд содержит кожух (1) и трубный пучок (103). Кожух выполнен с возможностью выдерживать высокое давление и заключает в себе пространство (104) сосуда. Сосуд (102) также содержит коллектор (107). Коллектор (107) не заключен в кожух (1) и находится за пределами пространства (104) сосуда. В пространстве (104) сосуда обеспечены трубы (2) трубного пучка (103). Пространство между трубами (2) и кожухом (1) представляет собой межтрубное пространство (105) для приема газа, подлежащего конденсированию. Соответственно, сосуд содержит газопускное отверстие (4) в межтрубное пространство (105) и выпускное отверстие (5) для жидкости из межтрубного пространства (105), и соответствующие отверстия для технологической среды в кожухе (1). Сосуд дополнительно содержит впускное отверстие (13) для карбаматного рециркулята, включающее в себя отверстие в кожухе (1). Сосуд дополнительно содержит газораспределительное устройство (6), соединенное с газопускным отверстием (4). Газораспределительное устройство (6) выполнено с возможностью распределения газа, подлежащего конденсированию (например, газовой смеси из стриппера высокого давления в установке по производству карбамида), в межтрубном пространстве (105).

Сосуд (102) также содержит трубную решетку (108). Трубная решетка отделяет межтрубное пространство (105) от коллектора (107) и поэтому должна выдерживать большие перепады давлений. Один открытый конец, по существу, цилиндрического кожуха (1) герметично закрыт трубной решеткой (108). Трубная решетка содержит расточенные отверстия (110) для охлаждающей текучей среды. Концы (3) труб (2) соединены с трубной решеткой (108), так что текучая среда может протекать между трубами и коллектором (107). Коллектор обеспечен отверстием (109), которое используется в качестве впускного или выпускного отверстия, так что охлаждающая текучая среда протекает между отверстием (109) к большому количеству труб (2), например, к более чем 100 трубам. Трубная решетка (108) представляет собой, например, по существу, круговую металлическую пластину и обычно представляет собой толстую пластину из углеродистой стали (например, углеродистой стали толщиной примерно 30-60 см), облицованную коррозионностойкой сталью со стороны, обращенной к межтрубному пространству (105), например, облицованную сплавом дуплексной нержавеющей стали (которая включает в себя, например, наплавленный слой).

Для сравнительного карбаматного конденсатора, показанного на фиг. 1 (не в соответствии с изобретением), конструкция трубной решетки (108) является сложной и дорогостоящей с учетом необходимости выдерживать высокое давление, воздействие по меньшей мере на одну сторону высококоррозионной технологической среды и очень большое количество труб. Кроме того, любые щели между трубами и трубной решеткой создают высокий риск щелевой коррозии, поскольку они находятся в контакте со средой, содержащей карбамат. Щели присутствуют, например, в случае, когда колена труб проходят через расточенные отверстия, диаметры которых, например, (слегка) больше наружного диаметра трубы. Щелевая коррозия особенно сильно воздействует на металлические детали, находящиеся в контакте с карбаматом. Щелевая коррозия может вызывать трудности в поддержании пассивирующего слоя на стали с пассивирующими агентами (такими как кислород) в щелях вследствие ограниченного потока в щелях. Коррозия также возникает в щелях, если в таких щелях воздействию подвергается углеродистая сталь. Таким образом, в известных бассейновых конденсаторах трубы часто не вставлены в расточенные отверстия, а соединены с трубной решеткой бесщелевым способом с использованием, например, сварки по внутренней кромке отверстий. Воздействие на деталь из углеродистой стали в трубной решетке технологического конденсата и водяного пара в расточенных отверстиях не является проблематичным.

В случае, если карбамидный раствор, который также содержит карбамат, подают в виде охлаждающей текучей среды в коллектор (107), например, при использовании в способе, описанном в

US 2015/0119603, на стороне трубной решетки (108), обращенной к коллектору (107), также необходим коррозионно-защитный слой, и поверхность из углеродистой стали расточенных отверстий (110) не должна подвергаться воздействию охлаждающей текучей среды. Альтернатива в виде однолистовой трубной решетки из сплава дуплексной нержавеющей стали не осуществима в практическом плане, поскольку не существует, по меньшей мере, приемлемого в практическом плане пути изготовления однородных пластин из дуплексной нержавеющей стали, имеющих толщину (например, 30-60 см), достаточную для того, чтобы выдерживать среду под высоким давлением.

В US 2015/0086440 описан способ изготовления, при котором гильзы вставляют в расточенные отверстия через трубную решетку таким образом, что гильзы проходят через трубную решетку. Гильзы намного короче, чем трубы. Гильзы могут быть приварены (снаружи) с обеих сторон трубной решетки таким образом, чтобы герметично изолировать слой углеродистой стали трубной решетки от текучей среды в межтрубном пространстве (105) и от текучей среды в коллекторе (107). С одной стороны трубной решетки гильзы затем соединяют с коленами U-образного трубного пучка с помощью сварки по внутренней кромке отверстий. Таким образом, после приваривания гильз к трубной решетке концы труб соединяют с гильзами с помощью сварки изнутри путем введения сварочного электрода в гильзы со стороны низкого давления (со стороны коллектора) и формирования сварного шва по внутренней кромке отверстий.

Соответственно, наружное приваривание гильз к трубной решетке выполняют до присоединения гильз к трубному пучку, поскольку в противном случае трубный пучок (с большим количеством близко расположенных труб) препятствует доступу с одной стороны трубной решетки. Однако недостатком является то, что для каждой трубы необходимы три сварки, что приводит к высоким конструкционным издержкам.

Если согласно способу, описанному в US 2015/0086440, гильзу исключить и трубы напрямую присоединить к трубной решетке при помощи сварки по внутренней кромке отверстий, пластина из углеродистой стали внутри трубной решетки будет подвергаться в расточенных отверстиях воздействию карбамата, присутствующего в карбамидном растворе, который используют в качестве охлаждающей текучей среды внутри труб. Это вызовет коррозию. Если трубы вставить в расточенные отверстия, между концами труб, вставленных в расточенные отверстия, и трубной решеткой будет иметься щель, т.е. зазор между наружной поверхностью трубы и внутренней поверхностью отверстия в трубной решетке, позволяющая технологической среде контактировать с частью трубной решетки, выполненной из углеродистой стали. В настоящем изобретении стенка перераспределительной камеры (включая участок стенки с расточенными отверстиями, как в традиционной трубной решетке) выгодным образом может быть изготовлена из однолистовой дуплексной нержавеющей стали, так что карбамидный раствор, содержащий карбамат, который используют в качестве охлаждающей текучей среды, может контактировать с поверхностью расточенных отверстий, не вызывая особого риска возникновения коррозии.

Одним из вариантов увеличения продолжительности пребывания конденсата в межтрубном пространстве в конденсаторе, показанном на фиг. 1, является увеличение диаметра кожуха таким образом, чтобы кожух имел намного большую площадь поверхности в поперечном сечении, чем трубный пучок, например, как показано в US 5767313. Недостаток заключается в том, что диаметр трубной решетки также увеличивается, поскольку трубная решетка используется для герметизации с одного конца кожуха, и в результате напряжение, создаваемое перепадом давлений, также увеличивается.

На фиг. 2А представлен пример карбаматного конденсатора (100) в соответствии с изобретением. На фиг. 2В представлена увеличенная часть. Вместо коллектора (107) и трубной решетки (108), как показано на фиг. 1, карбаматный конденсатор (100) содержит перераспределительную камеру (7) со стенкой (8). Стенка (8) выполнена с возможностью отделения текучей среды в перераспределительной камере (7) от текучей среды в межтрубном пространстве (105). Эти две текучие среды, по существу, имеют разный состав в процессе эксплуатации. Перераспределительная камера (7) находится внутри пространства (104) сосуда и, таким образом, заключена в кожух (1). Кожух (1) выполнен с возможностью удержания текучей среды, находящейся в жидкостном контакте с наружной поверхностью труб (2). Множество труб (2а, 2б) соединены с каждой отдельной перераспределительной камерой (7), так что текучая среда может протекать между трубами (2) и перераспределительной камерой (7) через отверстия (12) (например, расточенные отверстия) в стенке (8), которые обеспечены на участке (11) стенки (8).

Концы (3) труб (2) присоединены к стенке (8) таким образом, что отверстия концов труб выровнены в соответствии с отверстием (12) стенки (8). Это схематически показано на фиг. 2С, при этом диаметр труб (2а, 2б) преувеличен по сравнению с перераспределительной камерой (7). Концы (3) труб присоединяют, например, с помощью сварки по внутренней кромке отверстий. Перераспределительная камера (7) соединена с отверстием (10) в кожухе (1), которое предназначено для (охлаждающей) текучей среды, с помощью патрубка (9). Патрубок (9) расположен в пространстве (104) сосуда и предпочтительно обращен к межтрубному пространству (105). Патрубок (9) проходит между отверстием (10) кожуха (1) и перераспределительной камерой (7), более конкретно к отверстию (14) перераспределительной камеры (7). Таким образом, охлаждающая жидкость может перемещаться между отверстием (10) в кожухе (1) и трубами (2) через перераспределительную камеру (7) и патрубок (9), в то время как охлаждающая текучая

среда отделена от технологической текучей среды в межтрубном пространстве (105). В процессе эксплуатации патрубков (9) с внутренней стороны находится в контакте с охлаждающей текучей средой и с наружной стороны в контакте с технологической средой в межтрубном пространстве (105). Как показано на фиг. 2А и 2В, карбаматный конденсатор (100) также содержит люк (106) и перегородки (15).

На фиг. 2D схематично представлен вид в поперечном сечении, перпендикулярный длине иллюстративного варианта осуществления. Карбаматный конденсатор (100) содержит вертикальный пакет из 4 перераспределительных камер (7) в форме короба, каждая из которых имеет патрубок (9), причем часть (11) с расточенными отверстиями показана для каждой перераспределительной камеры (7). Расположение патрубков (9) на фиг. 2D является схематичным, возможны многочисленные варианты. Патрубки (9), по существу, проходят от перераспределительных камер наружу к отверстию (1) в кожухе (1). Ссылочные номера, которые одинаковы для фиг. 1 и 2, предпочтительно имеют те же признаки на фиг. 2, как описано применительно к фиг. 1.

На фиг. 3 представлен пример установки по производству карбамида в соответствии с настоящим изобретением. Установка содержит секцию синтеза высокого давления, содержащую карбамидный реактор R, стриппер S и карбаматный конденсатор ВД HPCC. Реактор R сообщается по потоку жидкости для раствора USS синтеза карбамида со стриппером S, в котором для отпаривания используют подаваемый CO_2 , в дополнение к нагреву посредством косвенного теплообмена с водяным паром. Необязательно реактор R объединен с конденсатором HPCC в одном сосуде, который сообщается по потоку жидкости со стриппером S. Раствор USS синтеза карбамида также содержит карбамат, аммиак и воду, которые должны быть удалены (по меньшей мере частично) из конечного карбамидного продукта с помощью стриппера S и секции REC регенерации, содержащей секцию низкого давления и, например, состоящей из секции низкого давления без секции среднего давления. Ниже по потоку от REC необязательно обеспечена секция EVAP испарения для удаления воды с получением плава UM карбамида, который необязательно отверждают в доводочной секции FINISH с получением твердого карбамидного продукта SU. Стриппер S сообщается по потоку газа для газовой смеси SG с конденсатором HPCC. Конденсатор HPCC содержит два U-образных трубных пучка T1 и T2. Каждый трубный пучок (T1, T2) содержит множество труб (например, более 100 труб). Каждая труба соединена одним концом с впускной перераспределительной камерой RC1A, RC2A и другим концом с выпускной перераспределительной камерой RC1B, RC2B. Впускная перераспределительная камера (RC1A, RC2A) соединена с впускным патрубком D1a, D2a. Выпускная перераспределительная камера (RC1B, RC2B) соединена с выпускным патрубком (D1b, D2b).

Конденсацию выполняют на кожуховой стороне HPCC, к которой также подают сырьевой NH_3 . Стриппер S сообщается по потоку жидкости для отпаренного карбамидного раствора SUSS через расширительное устройство (например, расширительный клапан) V1 с испарительным сосудом F1 для разделения газ/жидкость. Испарительный сосуд F1 сообщается по потоку жидкости для карбамидного раствора MPUS под средним давлением, который по-прежнему содержит карбамат, с трубным пучком T2. В трубном пучке T2 раствор MPUS нагревается, и в результате карбамат в MPUS разлагается. С выпускного отверстия трубного пучка T2 раствор MPUS подают в сепаратор газ/жидкость, например, в испарительный сосуд (F2). Газ G1 направляют в конденсатор MPC, который, как правило, эксплуатируют под средним давлением (СД) и в теплообмене, например, с секцией EVAP испарения. Жидкость US1 из сепаратора F2 направляют, например, в секцию (REC) регенерации низкого давления для дополнительного удаления карбамата и воды и затем в виде карбамидного раствора US2 в секцию EVAP испарения. В секции REC регенерации карбамидный раствор подвергают разложению карбамата путем нагревания, как правило, под низким давлением, и удаленные газы конденсируют в жидкостный рециркуляционный карбаматный поток CR2. Конденсатор MPC также может принимать газ G2 из испарительного сосуда F1, несконденсированные газы G3 из HPCC и (не показано) отходящий газ из R. Конденсат из MPC направляют с помощью насоса (не показан) в виде жидкого карбаматного рециркулята CR1 в секцию синтеза, в частности в пространство кожуха конденсатора HPCC, обычно в сочетании с жидким карбаматным рециркулятом (CR2) из секции REC регенерации. Конденсатор HPCC сообщается по потоку жидкости для конденсата С с реактором. В альтернативном варианте осуществления или дополнительно часть USS можно отправлять из R в трубный пучок T2, например, в F в обход стриппера S. В трубном пучке T1 воду (как правило, конденсат) преобразуют в водяной пар (не показано).

В настоящем документе формы единственного числа включают в себя понятие "один или более". Термин "содержащий" предусматривает наличие других элементов помимо указанных. Выше были описаны различные иллюстративные варианты осуществления частично со ссылкой на сопроводительные чертежи, однако настоящее изобретение не ограничено этими вариантами осуществления. Признаки отдельно описанных вариантов осуществления, по существу, могут быть скомбинированы друг с другом, что будет понятно специалисту в данной области. Стадии производственного процесса могут быть реализованы с соответствующими устройствами и сообщениями по потоку текучей среды для установки, обладающей признаками изобретения. Способ по настоящему изобретению предпочтительно выполняют на установке в соответствии с описанием и с использованием карбаматного конденсатора высокого давления в соответствии с описанием со всеми предпочтительными признаками устройств, применяемыми в равной степени для данного способа. Ссылочные обозначения к чертежам в формуле изобретения приве-

дены только в качестве иллюстративных примеров и не ограничивают формулу изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Карбаматный конденсатор (100) высокого давления, содержащий кожухотрубный теплообменник (101), представляющий собой сосуд (102), содержащий кожух (1) и по меньшей мере один трубный пучок (103), содержащий трубы (2), имеющие концы (3), причем кожух (1) заключает в себе пространство (104) сосуда, и причем часть пространства (104) сосуда, находящаяся между трубами (2) и кожухом (1), образует межтрубное пространство (105),

при этом теплообменник дополнительно содержит перераспределительную камеру (7), расположенную в указанном пространстве (104) сосуда, причем указанная перераспределительная камера содержит стенку (8) для отделения первой текучей среды в межтрубном пространстве (105) от второй текучей среды внутри перераспределительной камеры (7),

множество указанных труб (2а, 2b) соединены с одной перераспределительной камерой (7), так что указанная вторая текучая среда может протекать между указанными трубами (2а, 2b) и указанной перераспределительной камерой (7), и

теплообменник (101) дополнительно содержит патрубок (9), проходящий от отверстия (10) для второй текучей среды в указанном кожухе (1) через указанное пространство (104) сосуда к указанной перераспределительной камере (7), так что вторая текучая среда может протекать между концом (3) трубы и указанным отверстием (10) для второй текучей среды в указанном кожухе через указанную перераспределительную камеру (7) и указанный патрубок (9).

2. Карбаматный конденсатор высокого давления по п.1, в котором перераспределительная камера содержит множество элементов, образующих стенку перераспределительной камеры, и причем по меньшей мере один из указанных элементов выполнен с возможностью открытия и закрытия для обеспечения доступа к внутреннему пространству перераспределительной камеры.

3. Карбаматный конденсатор высокого давления по п.1 или 2, в котором множество перераспределительных камер уложены друг на друга с образованием пакета, и

причем элемент пластины с расточенными отверстиями является общим для указанного множества перераспределительных камер.

4. Карбаматный конденсатор высокого давления по п.3, в котором трубный пучок содержит U-образные трубы, причем каждая труба имеет изгиб и два колена, и причем указанное множество перераспределительных камер включает в себя впускную перераспределительную камеру и выпускную перераспределительную камеру одного и того же U-образного трубного пучка, расположенные в одном и том же пакете перераспределительных камер.

5. Карбаматный конденсатор высокого давления по любому из пп.1-4, в котором патрубок имеет первый конец патрубка, соединенный со стенкой перераспределительной камеры, и второй конец, соединенный с кожухом.

6. Карбаматный конденсатор высокого давления по п.5, в котором первый конец патрубка выровнен в соответствии с отверстием в стенке, а второй конец патрубка выровнен в соответствии с отверстием в кожухе, так что обеспечена возможность протекания текучей среды от наружной стороны кожуха к перераспределительной камере через патрубок, причем патрубок, по меньшей мере частично, расположен в сосуде, при этом первый конец патрубка расположен в сосуде, при этом патрубок проходит через пространство сосуда, при этом внешняя поверхность патрубка обращена к межтрубному пространству.

7. Карбаматный конденсатор высокого давления по п.5, в котором первый конец патрубка соединен с перераспределительной камерой, в частности, с помощью сварки.

8. Карбаматный конденсатор высокого давления по п.7, в котором первый конец патрубка размещен радиально наружу от концов труб, соединенных с перераспределительной камерой.

9. Карбаматный конденсатор высокого давления по любому из пп.1-8, выполненный с возможностью конденсации карбамата в межтрубном пространстве (105), в котором сосуд содержит газовпускное отверстие (4) в межтрубное пространство (105) и выпускное отверстие (5) для жидкости из межтрубного пространства (105),

причем сосуд дополнительно содержит газораспределительное устройство (6), соединенное с указанным газовпускным отверстием (4), для распределения газа, подлежащего конденсированию, в межтрубном пространстве.

10. Карбаматный конденсатор высокого давления по п.9, причем конденсатор содержит по меньшей мере два указанных патрубка, включая впускной патрубок и выпускной патрубок, и содержит по меньшей мере две указанные перераспределительные камеры, включая впускную перераспределительную камеру для распределения подачи охлаждающей текучей среды от указанного впускного патрубка ко множеству труб и выпускную перераспределительную камеру для объединения нагретой охлаждающей текучей среды от множества труб к указанному выпускному патрубку.

11. Карбаматный конденсатор высокого давления по п.10, причем конденсатор выполнен с возможностью горизонтального расположения в процессе эксплуатации, причем указанная труба содержит пря-

мые участки труб или состоит из них, и причем указанное газораспределительное устройство и указанные прямые участки труб расположены параллельно, и причем предпочтительно трубный пучок содержит U-образные трубы, причем каждая труба имеет изгиб и два колена.

12. Карбаматный конденсатор высокого давления по любому из пп.9-11, в котором кожух содержит, по существу, цилиндрическую среднюю часть и две колпачковые части, закрывающие указанную среднюю часть на противоположных концах, и

причем указанное межтрубное пространство представляет собой единое межтрубное пространство, образованное указанной средней частью и колпачковыми частями, так что текучая среда может протекать от указанного газораспределительного устройства к обоим из указанных колпачковых частей.

13. Карбаматный конденсатор высокого давления по любому из пп.1-12, в котором трубный пучок содержит U-образные трубы, причем каждая труба имеет изгиб и два колена, при этом конденсатор содержит участок реактора между изгибом U-образного трубного пучка и кожухом.

14. Установка по производству карбамида, содержащая секцию синтеза карбамида высокого давления, которая содержит реактор, стриппер и карбаматный конденсатор высокого давления, причем карбаматный конденсатор высокого давления выполнен по любому из пп.1-13.

15. Установка по производству карбамида по п.14, в которой реактор и карбаматный конденсатор высокого давления объединены в одном сосуде, который имеет выход для жидкости, соединенный со стриппером.

16. Установка по производству карбамида по п.14 или 15, в которой карбаматный конденсатор высокого давления содержит трубный пучок, который соединен через перераспределительную камеру и патрубок с питающей линией для карбамидного раствора, также содержащего карбамат, причем указанная питающая линия соединена со стриппером для приема отпаренного карбамидного раствора из стриппера и/или причем указанная питающая линия соединена с реактором для приема части карбамидного раствора из реактора.

17. Установка по производству карбамида по п.16, в которой питающая линия содержит расширительное устройство и сепаратор газ/жидкость для отделения газа от расширенного карбамидного раствора, и причем питающая линия выполнена с возможностью подачи по меньшей мере части указанного расширенного карбамидного раствора к указанному патрубку.

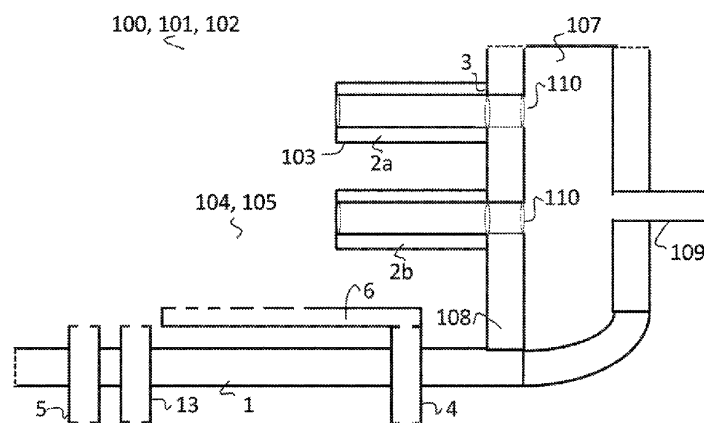
18. Установка по производству карбамида по п.16 или 17, в которой указанный трубный пучок соединен через перераспределительную камеру и патрубок с сепаратором газ/жидкость, который сообщается по потоку жидкости с секцией регенерации и сообщается по потоку газа со вторым конденсатором,

причем предпочтительно указанный второй конденсатор эксплуатируется под средним давлением, и причем предпочтительно второй конденсатор находится в теплообменном контакте с секцией испарения установки по производству карбамида, и причем предпочтительно указанный второй конденсатор предпочтительно сообщается по потоку жидкости для рециркуляции карбамата с карбаматным конденсатором высокого давления.

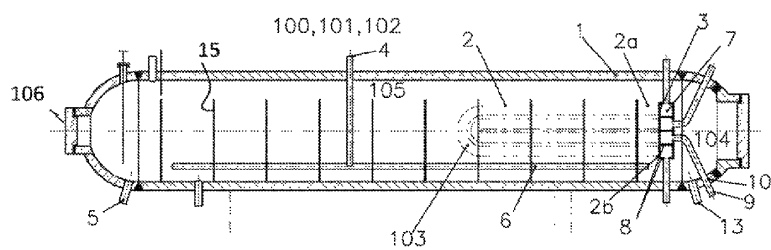
19. Способ получения карбамида, в котором карбамид образуется в реакторе с получением раствора синтеза карбамида, причем по меньшей мере часть указанного раствора синтеза карбамида отпаривают в стриппере с получением отпаренного карбамидного раствора, и причем газ из стриппера конденсируют в карбаматном конденсаторе высокого давления, причем способ осуществляют на установке по любому из пп.14-18, и/или причем карбаматный конденсатор высокого давления выполнен в соответствии с любым из пп.1-13.

20. Способ получения карбамида по п.19, в котором по меньшей мере один из указанных патрубков с внутренней и с наружной стороны патрубка находится в контакте с раствором, содержащим карбамат, и причем трубы по меньшей мере одного трубного пучка находятся с внутренней и с наружной стороны в контакте с раствором, содержащим карбамат.

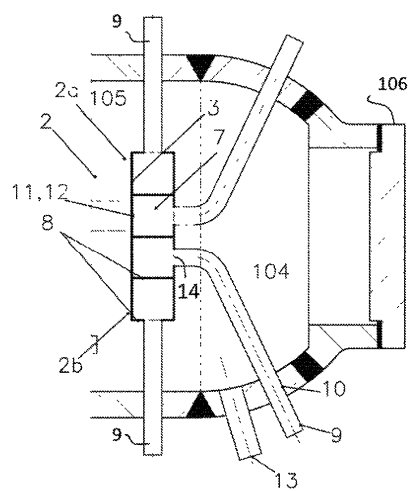
21. Способ получения карбамида по п.20, в котором газ из стриппера подают в межтрубное пространство конденсатора, причем по меньшей мере часть отпаренного карбамидного раствора и/или часть раствора синтеза карбамида, которую не подают в стриппер, расширяют, при том что они также содержат карбамат, и причем по меньшей мере часть расширенного карбамидного раствора необязательно после разделения газ/жидкость подают в трубный пучок карбаматного конденсатора высокого давления через патрубок и перераспределительную камеру, как указано в п.1, и нагревают в трубном пучке путем теплообмена с конденсирующейся технологической средой в межтрубном пространстве, так что карбамат в указанном карбамидном растворе разлагается в трубном пучке.



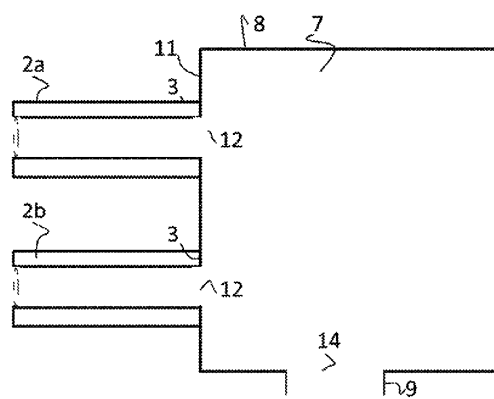
Фиг. 1



Фиг. 2А



Фиг. 2В



Фиг. 2С

