



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B01J 19/006 (2020.02); B01J 19/244 (2020.02); B01J 19/246 (2020.02); C07C 273/04 (2020.02); B01J 2219/00078 (2020.02); B01J 2219/00081 (2020.02); B01J 2219/00159 (2020.02); B01J 2219/00768 (2020.02); B01J 2219/00777 (2020.02); Y02P 20/142 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2018134984, 31.01.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.01.2017Дата регистрации:
04.08.2020

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
17.03.2016 EP 16160846.8

(43) Дата публикации заявки: 17.04.2020 Бюл. № 11

(45) Опубликовано: 04.08.2020 Бюл. № 22

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 17.10.2018(86) Заявка РСТ:
EP 2017/052019 (31.01.2017)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2017/157561 (21.09.2017)Адрес для переписки:
105082, Москва, пер. Спартаковский, 2, стр. 1,
секция 1, этаж 3, ЕВРОМАРКПАТ

(72) Автор(ы):

СКОТТО Андреа (СН),
РИЦЦИ Энрико (ИТ)

(73) Патентообладатель(и):

КАСАЛЕ СА (СН)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 2000043358 A1, 27.07.2000. RU
2296748 C2, 10.04.2007. US 3446601 A, 27.05.1969.
SU 1085506 A3, 07.04.1984.

(54) КОМБИНИРОВАННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИНТЕЗА МОЧЕВИНЫ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к комбинированному устройству для синтеза мочевины из аммиака и диоксида углерода. Устройство имеет кожух и содержит зону реакции и зону конденсации, сообщающиеся друг с другом и заключенные внутри кожуха. При этом зона реакции или зона

конденсации расположена коаксиально снаружи другой зоны. Также предложен способ синтеза мочевины из аммиака и диоксида углерода. Предложенное устройство позволяет повысить производительность и упростить конструкцию. 2 н. и 12 з.п. ф-лы, 4 ил.

RU 2 729 068 C2

RU 2 729 068 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C07C 273/04 (2006.01)
B01J 19/00 (2006.01)
B01J 19/24 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B01J 19/006 (2020.02); *B01J 19/244* (2020.02); *B01J 19/246* (2020.02); *C07C 273/04* (2020.02); *B01J 2219/00078* (2020.02); *B01J 2219/00081* (2020.02); *B01J 2219/00159* (2020.02); *B01J 2219/00768* (2020.02); *B01J 2219/00777* (2020.02); *Y02P 20/142* (2020.02)

(21)(22) Application: **2018134984**, 31.01.2017(24) Effective date for property rights:
31.01.2017Registration date:
04.08.2020

Priority:

(30) Convention priority:
17.03.2016 EP 16160846.8(43) Application published: **17.04.2020** Bull. № 11(45) Date of publication: **04.08.2020** Bull. № 22(85) Commencement of national phase: **17.10.2018**(86) PCT application:
EP 2017/052019 (31.01.2017)(87) PCT publication:
WO 2017/157561 (21.09.2017)Mail address:
**105082, Moskva, per. Spartakovskij, 2, str. 1,
sektiya 1, etazh 3, EVROMARKPAT**(72) Inventor(s):
**SKOTTO Andrea (CH),
RITSTSI Enriko (IT)**(73) Proprietor(s):
CASALE SA (CH)(54) **COMBINED DEVICE FOR HIGH PRESSURE UREA SYNTHESIS**

(57) Abstract:

FIELD: chemical or physical processes.

SUBSTANCE: invention relates to a combined device for synthesis of urea from ammonia and carbon dioxide. Device has a casing and comprises a reaction zone and a condensation zone communicating with each other and enclosed inside the casing. At that, the

reaction zone or condensation zone is located coaxially outside the other zone. Also disclosed is a method of synthesis of urea from ammonia and carbon dioxide.

EFFECT: proposed device allows to increase efficiency and simplify the design.

14 cl, 4 dwg

RU 2 729 068 C2

RU 2 729 068 C2

Область техники

Изобретение относится к комбинированному устройству для синтеза мочевины под высоким давлением.

Уровень техники

5 Способы и устройства для синтеза мочевины из аммиака и диоксида углерода известны и описаны в литературе, например, в труде Миссена, "Urea", Ulmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH Verlag, 2010.

Реакция между аммиаком и диоксидом углерода проводится в реакторе и включает первую высоко экзотермическую стадию получения карбамата аммония и вторую
10 эндотермическую стадию превращения карбамата аммония в мочевины и воду.

Реактор вырабатывает водный раствор, в основном содержащий мочевины, не прореагировавший карбамат аммония и свободный аммиак, а также газообразную смесь, содержащую аммиак, диоксид углерода и, возможно, инертные газы.

В большинстве установок для получения мочевины используется процесс отпаривания
15 (стриппинг-процесс), в котором водный раствор, выходящий из реактора, направляется в секцию отпаривания, где карбамат разлагается на аммиак и диоксид углерода. Процессу отпаривания способствует подача тепла и, в установках CO₂ отпаривания, поток диоксида углерода, действующий как отпаривающий агент для отделения
20 газообразной фазы (состоящей в основном из аммиака и диоксида углерода) от жидкой фазы.

Следовательно, в процессе отпаривания вырабатывается более концентрированный водный раствор мочевины и газовый поток, содержащий аммиак и диоксид углерода. Водный раствор, как правило, направляется в секцию обработки под низким давлением; газы по меньшей мере частично конденсируются в специальном устройстве конденсации,
25 и полученный таким образом конденсат рециркулирует обратно в реактор.

Газообразная смесь, выведенная из реактора, также преобразуется в карбамат в газоочистителе.

Упомянутые устройства, то есть реактор, отпариватель, конденсатор и
30 газоочиститель, в основном действуют под одним и тем же давлением и образуют так называемый контур синтеза или контур высокого давления.

Наличие четырех отдельных устройств, каждое из которых имеет свой собственный сосуд высокого давления, приводит к высокой стоимости. Все эти устройства действуют в жестких рабочих режимах (высокое давление и температура) и с высоко
35 коррозионными текучими средами и поэтому требуют использования высококачественных материалов и сложных конструктивных решений. Кроме того, каждое устройство требует наличия соответствующего фундамента; дороги и требуют высококачественных материалов трубопроводы, связывающие друг с другом эти устройства.

В попытках снижения этих затрат в предшествующем уровне предлагалось
40 объединение реактора и конденсатора в единое комбинированное устройство.

В предшествующем уровне техники комбинированное устройство, разработанное для этой цели, в основном формируется вертикальным цилиндрическим корпусом, содержащим секцию реактора и секцию конденсатора с трубным пучком, которые
45 вертикально расположены друг над другом, при этом секция конденсатора, как правило, располагается под секцией реактора.

Однако такой вариант выполнения не удовлетворителен, так как конденсатор требует наличия трубного пучка, встроенного в устройство и по существу имеющего такой же диаметр, что и корпус. Это влечет за собой ряд недостатков: начиная с некоторого

диаметра трудно изготавливать трубные доски, и этот фактор ограничивает максимальный размер и, следовательно, максимальную производительность реактора; замена поврежденных труб становится очень сложной операцией и требует длительного простоя установки, так как трубный пучок встроен внутрь реактора; из-за разницы в термическом расширении между корпусом и трубами корпус должен быть обеспечен упругими компенсирующими секциями, которые дороги. Устройство становится очень высоким, так как секции располагаются одна над другой, и, следовательно, возникают трудности при транспортировке и монтаже.

Например, в WO 00/43358 описывается комбинированное устройство, выполняющее функции реактора, конденсатора и отпаривателя.

Раскрытие изобретения

Задачей изобретения является преодоление вышеупомянутых проблем и ограничений, присущих предшествующему уровню. Более подробно, в изобретении предлагается обеспечить комбинированный реактор, выполненный с возможностью объединения функций реактора и конденсатора и позволяющий достичь следующих преимуществ по сравнению с предшествующим уровнем: большая производительность, менее сложная конструкция, простота извлечения и замены поврежденных теплообменных элементов, снижение затрат на создание реактора и его обслуживание.

Эти задачи решаются в комбинированном устройстве для синтеза мочевины из аммиака и диоксида углерода, содержащем кожух и содержащем зону реакции и зону конденсации, сообщающиеся друг с другом и заключенные в этот корпус. Устройство отличается тем, что или зона реакции, или зона конденсации расположена коаксиально снаружи другой зоны.

Дополнительные предпочтительные свойства изобретения заявлены в зависимых пунктах формулы изобретения.

Предпочтительно или зона реакции, или зона конденсации имеет цилиндрическую или по существу цилиндрическую геометрию, и другая из этих двух зон имеет кольцевую или по существу кольцевую геометрию.

В предпочтительном варианте выполнения устройство содержит дополнительную внутреннюю стенку, разграничивающую зоны реакции и конденсации внутри устройства.

Предлагаемое в изобретении устройство может быть названо комбинированным реактором-конденсатором. Устройство содержит первую область и вторую область, коаксиальные друг другу. Одна из областей простирается коаксиально вокруг другой. Согласно различным вариантам выполнения изобретения первая область может действовать как реактор, а вторая область как конденсатор или наоборот. В первом случае комбинированное устройство согласно изобретению может быть определено как центральный реактор, во втором случае, с другой стороны, оно может быть определено как центральный конденсатор.

Понятно, что под "зоной реакции" подразумевается область устройства, в которой в основном происходит реакция образования мочевины, то есть образование карбамата аммония и превращение карбамата в мочевины и воду. Понятно, что под "зоной конденсации" подразумевается область устройства, в которой отводится тепло, и в основном происходит конденсация паров аммиака и CO_2 . Тепло, отводимое из конденсатора, представляет собой теплоту конденсации карбамата аммония. Согласно некоторым вариантам выполнения изобретения часть реакции образования мочевины может протекать в зоне конденсации.

В частном варианте выполнения конденсатора центрального типа зона конденсации формируется нижней частью цилиндрической или в основном цилиндрической области

на внутренней части дополнительной стенки, и зона реакции включает верхнюю часть этой области на внутренней части дополнительной стенки выше зоны конденсации, а также кольцевую или в основном кольцевую область, простирающуюся вокруг дополнительной стенки. В данном варианте выполнения центральная область устройства на внутренней части дополнительной стенки содержит зону конденсации, а также часть зоны реакции.

Предпочтительно зона конденсации получает пары аммиака и CO_2 из процесса отпаривания водного раствора мочевины, содержащего не прореагировавший карбамат.

Охлаждающие элементы предпочтительно устанавливаются в зоне конденсации, спроектированную так, чтобы отводить тепло конденсации и пропускать через себя охлаждающую текучую среду, например испаряющуюся воду. Теплообменные элементы формируются, например, трубами или пластинами. Согласно первому варианту выполнения изобретения обеспечен пучок байонетных труб с общей трубной доской. В другом варианте выполнения изобретения обеспечен пучок U-образных труб.

Устройство согласно изобретению может соединяться с внешней секцией отпаривания и, если предусмотрено, с газоочистителем. Например, водный раствор мочевины, выведенный из устройства, подается в секцию отпаривания, и пары из секции отпаривания, в основном состоящие из аммиака и CO_2 , подаются в зону реакции устройства. Раствор карбамата из газоочистителя также подается в зону реакции. Для этой цели устройство может содержать соответствующий распределитель, предпочтительно расположенный в самой нижней части или на дне зоны реакции.

В некоторых вариантах выполнения устройство согласно изобретению может также содержать интегрированные отпариватель и/или газоочиститель.

Зона отпаривания, если предусмотрено, предпочтительно располагается в самой нижней части устройства, то есть под коаксиальными зонами реакции и конденсации. Предпочтительно в зону отпаривания подается отпаривающий агент, еще более предпочтительно сформированный из газообразного CO_2 .

Зона газоочистки, если предусмотрено, предпочтительно располагается в верхней части устройства над коаксиальными зонами реакции и конденсации.

Первое преимущество изобретения заключается в компактности устройства. Имея коаксиальную компоновку, устройство согласно изобретению меньше в размере и проще в транспортировке и монтаже по сравнению с колоннообразными реакторами-конденсаторами предшествующего уровня техники. Кроме того, комбинированное устройство проще в транспортировке и монтаже по сравнению с несколькими устройствами, которые оно заменяет.

Другое преимущество изобретения состоит в том, что теплообменные элементы могут быть изготовлены с меньшими затратами, чем обычные трубные пучки. Например, они могут быть выполнены с байонетными трубами или U-образными трубами, для которых требуется одна трубная плита. Варианты выполнения с центральным конденсатором имеют дополнительное преимущество, заключающееся в том, что теплообменные элементы сгруппированы вместе в пределах относительно малого диаметра в центре устройства: например, трубный пучок имеет малую и, следовательно, менее дорогую трубную плиту.

Использование байонетных труб приводит к еще одному преимуществу, заключающемуся в конфигурации с одной плитой: разборка и/или замена труб упрощается и не требует длительного простоя установки. Узел плиты и труб может быть проще извлечен из реактора, так как трубы зафиксированы в единой плите. Кроме

того, байонетные трубы имеют один свободный конец (конец, противоположный трубной плите) и поэтому могут свободно расширяться; это означает, что разное расширение труб по сравнению с корпусом не приводит к возникновению напряжений и не требует специальных компенсационных средств. Преимущество достигается также при использовании пучка U-образных труб.

Другое преимущество состоит по существу в аксиальной симметрии, что обеспечивает однородные условия внутри реактора. Это существенно для сложных реакций, таких как синтез мочевины, и гарантирует соответствующее использование всего объема, доступного внутри устройства.

Согласно прилагаемой формуле изобретение относится также к способу синтеза мочевины из аммиака и диоксида углерода.

Нижеследующее подробное описание относится к предпочтительным вариантам выполнения, не служащим для ограничения объема изобретения.

Краткое описание чертежей

Далее изобретение рассмотрено более подробно со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых показано:

на фиг. 1 - схематическое представление в поперечном сечении комбинированного реактора для синтеза мочевины согласно первому варианту выполнения изобретения;

на фиг. 2 - схематическое представление в поперечном сечении комбинированного реактора для синтеза мочевины согласно другому варианту выполнения изобретения;

на фиг. 3 - упрощенная схема установки, включающей комбинированный реактор с фиг. 1 или фиг. 2;

на фиг. 4 - схематическое представление в поперечном сечении комбинированного реактора для синтеза мочевины согласно другому варианту выполнения изобретения, в котором обеспечена секция отпаривания, интегрированная в устройство.

Подробное описание осуществления изобретения

На фиг. 1 представлено комбинированное устройство 1 реактора-конденсатора с конденсатором центрального типа согласно одному из вариантов выполнения изобретения. Например, реактор-конденсатор 1 образует часть контура высокого давления, включающего также секцию отпаривания и газоочиститель.

Комбинированный реактор-конденсатор 1 содержит внешний кожух 2 и дополнительную внутреннюю стенку 3, называемую также внутренним кожухом и предпочтительно представляющую собой цилиндр. Внешний кожух 2 и внутренний кожух 3 образуют внутри устройства 1 отдельные зоны и, в частности, образуют зону 4 реакции и зону 5 конденсации.

Зона 5 конденсации формируется по меньшей мере частью в основном цилиндрического объема на внутренней стороне стенки 3. В примере с фиг. 1 зона 5 конденсации по существу формируется нижней частью этого цилиндрического объема.

Зона реакции включает объем, простирающийся вокруг стенки 3 и опционально также на части объема на ее внутренней стороне. В примере с фиг. 1 зона 4 реакции содержит первую часть 4А на внутренней стороне стенки 3 и над зоной 5 конденсации, а также вторую часть 4В, сформированную областью, имеющей кольцевую или в основном кольцевую геометрию и простирающейся вокруг стенки 3, например, такая вторая часть 4В зоны 4 реакции формируется между стенкой 3 и кожухом 2 устройства 1.

Зона 4 реакции вмещает перфорированные пластины 6, разделяющие ее на отсеки согласно по существу известным в предшествующем уровне реакторам для получения мочевины. Пластины 6 имеют в основном форму дисков в первой части 4А, при том,

что они имеют в основном форму колец во второй части 4В в соответствии с геометрией двух частей зоны реакции.

Зона 5 конденсации содержит теплообменные элементы в виде байонетных труб 7, закрепленных в трубной доске 8. В трубы 7 подается охлаждающая текучая среда, например вода, и из зоны 5 отводится тепло, обеспечивая протекание необходимого процесса конденсации.

На фиг. 1 трубная доска расположена внизу устройства 1 у нижнего края труб. В альтернативном варианте выполнения трубная доска может размещаться у верхнего края труб.

На фиг. 1 изображен предпочтительный вариант выполнения, в котором зона 5 конденсации находится в центре устройства (центральный конденсатор) и ограничена внутренней стенкой 3. Поэтому диаметр трубной доски 8 значительно меньше диаметра внешнего кожуха 2, то есть наружного диаметра устройства 1 (например, диаметр доски 8 составляет приблизительно половину диаметра кожуха 2). Это является преимуществом, поскольку трубная доска 8 представляет собой относительно дорогостоящий компонент.

Реактор 1 имеет верхнюю часть, расположенную над верхней частью внутреннего кожуха 3, что обеспечивает связь между коаксиальными зонами 4 и 5 и, в частности, позволяет подавать во вторую область 4В зоны 4 реакции конденсат, образовавшийся в зоне 5 (через первую область 4А), аналогично известной установке, в которой исходящий поток конденсатора поступает в реактор.

Входные потоки устройства 1 формируются потоком 12, содержащим аммиак и CO_2 в газообразном виде, и возвратным раствором 14, содержащим карбаминат аммония и подаваемым от внешнего газоочистителя. Предпочтительно эти входные потоки 12 и 14 направляются непосредственно в зону 5 конденсации (через соответствующие входные фланцы и трубы), как это схематически показано на чертежах.

Устройство 1 вырабатывает водный раствор 15, содержащий мочевины, карбамат и аммиак, что в основном соответствует выходному потоку обычного реактора для получения мочевины, подаваемому в уже упомянутую внешнюю секцию отпаривания. Эта внешняя секция отпаривания в свою очередь вырабатывает более концентрированный раствор и поток паров 12, который возвращается в устройство 1. Предпочтительно раствор 15 отбирается со дна второй области 4В (кольцевой области) зоны 4 реакции.

В обычных рабочих режимах реактор 1 почти полностью заполнен водным раствором мочевины, что показано уровнем 16.

Линия 17 изображает газовую фазу (головной газ), извлекаемую из верхней части реактора-конденсатора 1 и в основном подаваемую во внешнюю секцию отпаривания.

Стрелки F обозначают поток, поднимающийся по внутренней части стенки 3, проходящий из зоны 5 конденсации и из первой части 4А зоны 4 реакции во вторую часть 4В зоны реакции 4. В данном примере поток F имеет в основном восходящее направление внутри центрального канала, сформированного внутренним кожухом 3 и вытекает в уже описанную кольцевую область, формирующую часть 4В зоны реакции.

На фиг. 2 изображен вариант выполнения реактора центрального типа. В данном варианте выполнения зона 5 конденсации простирается коаксиально вокруг зоны 4 реакции. Поэтому вариант с фиг. 2 можно считать сдвоенным по сравнению с вариантом с фиг. 1. Зона 4 реакции в основном цилиндрическая, в то время как зона 5 конденсации в основном кольцевая.

Ссылочные номера на фиг. 2 соответствуют номерам на фиг. 1, и описание для

краткости не повторяется. На фиг. 2 представлен предпочтительный вариант выполнения, содержащий трубный пучок 18, предназначенный для охлаждения зоны 5 конденсации. Трубный пучок 18 содержит верхний коллектор 19 и нижний коллектор 20; он снабжается водой 21 и вырабатывает пар 22.

5 Стрелки на фиг. 2 обозначают поток раствора мочевины, проходящий от зоны 5 конденсации в зону 4 реакции и движущийся по нисходящей внутри зоны 4 реакции, то есть по внутренней стороне стенки 3.

Аналогичным образом варианты выполнения с байонетными трубами (как на фиг. 1), с U-образными трубами или с коллекторами (как на фиг. 2) могут использоваться
10 в устройствах с центральным реактором или с центральным конденсатором. Кроме того, в вариантах выполнения согласно настоящему изобретению в качестве теплообменных элементов вместо труб могут использоваться пластины.

Например, в варианте выполнения с центральным конденсатором, таком как показанный на фиг. 1, может быть обеспечен набор пластин в зоне 5 конденсации на
15 внутренней стороне стенки 3. В варианте выполнения с центральным реактором, таком как показан на фиг. 2, возможно обеспечение распределенных по радиусу пластин в зоне 5 конденсации.

Следует отметить, что варианты выполнения с фиг. 1 и фиг. 2 одинаковым образом взаимодействуют с окружающей средой. В обоих случаях устройство 1 получает поток
20 12, состоящий из аммиака и CO_2 , и раствор, содержащий карбамат 14, и выдает водный раствор мочевины 15 и головной газ 17.

На фиг. 3 дан пример устройства 1 с фигур 1-2, введенного в контур высокого давления синтеза мочевины.

Водный раствор 15, выработанный в ректоре-конденсаторе 1 и в основном
25 содержащий мочевины, карбамат аммония и свободный аммиак, подается в секцию 30 отпаривания, в которую снизу проступает поток 31 диоксида углерода в качестве отпаривающего агента. Секция 30 отпаривания представляет собой, например, устройство с кожухом и трубным пучком, нагреваемым потоком пара.

Газообразный поток 12, отведенный сверху секции отпаривания и состоящий в
30 основном из аммиака и диоксида углерода, передается в реактор 1. Раствор 32, выходящий из секции отпаривания и содержащий в основном мочевины, остаточный карбамат аммония и аммиак, поступает в секцию 33 восстановления в соответствии с известной технологией. Секция восстановления выдает концентрированный раствор
34 мочевины и поток 35 карбамата.

35 Поток 35 карбамата вводится в газоочиститель 36 вместе с газами 17, отведенными от реактора-конденсатора 1. Газоочиститель 36 производит поток 14, который, как упоминалось ранее, подается в реактор-конденсатор 1, например, вместе со свежим аммиаком 37.

40 На фиг. 4 показан еще один вариант выполнения, состоящий из устройства 100, содержащего коаксиальные секции реакции и конденсации, а также включающий секцию отпаривания.

При более подробном рассмотрении устройство 100 содержит верхнюю секцию 101, действующую как реактор-конденсатор, и нижнюю секцию 130, действующую как секция отпаривания.

45 Верхняя секция 101 может быть реализована по образцу с фиг. 1 (центральный конденсатор), или с фиг. 2 (центральный реактор). В примере с фиг. 4 секция 101 отображает вариант, показанный на фиг. 2 и содержащий центральную зону 104 реакции и кольцевую зону 105 конденсации. Зоны 104 и 105 ограничены внешним кожухом 102

и дополнительной внутренней стенкой 103 (внутренний кожух). Нижняя часть 103а кожуха 103 герметизирована так, что зоны 104 и 105 сообщаются только в верхней части устройства для предотвращения смешивания продуктов и реагентов. Пластины 106 установлены в зоне 104 реакции. Трубный пучок 118, снабжаемый водой 121 и вырабатывающий пар 122 (аналогично фиг. 2), размещен в зоне 105 конденсации.

В данном примере секция 130 отпаривания представляет собой секцию CO_2 -отпаривания и в основном содержит распределитель 131 жидкости, трубный пучок 132 и линию 31, по которой газообразный CO_2 подается в качестве отпаривающего агента.

Секция 130 отпаривания сообщается с верхней секцией 101 через газовый канал 134 и соответствующую гидравлическую предохранительную арматуру. Газовый канал 134 позволяет газовой фазе, выходящей из секции 130 отпаривания, проходить в вышележащую секцию 105 конденсации, а гидравлическая предохранительная арматура предотвращает обратный поток жидкости.

По линии 135 с клапаном 136 уровня в реакторе подается жидкостный раствор мочевины из секции 105 реакции в секцию 130 отпаривания, в частности, во внутритрубное пространство пучка 132.

Межтрубное пространство трубного пучка 132 прогревается паром 137, и охлажденный или конденсированный пар выводится через линию 138. В некоторых вариантах выполнения пар 137 может вырабатываться, полностью или частично, внутри пучка 118, охлаждающего зону 105 конденсации устройства 100. Например, в некоторых вариантах выполнения по меньшей мере часть потока пара 122 формирует нагревательный пар 137. В других вариантах выполнения пар 137 поступает извне.

Далее вкратце описан принцип действия комбинированного устройства 100. Водный раствор, полученный в зоне 104 реакции, опускается внутри труб пучка 132, где он в противотоке вступает в контакт с отпаривающим CO_2 31, подаваемым снизу. Внутри труб формируется жидкая пленка, прилегающая к стенкам (стекающая пленка). Тепло, необходимое для разложения карбамата аммония, содержащегося в растворе мочевины, подается потоком 137, циркулирующим в межтрубном пространстве секции 130 отпаривания. Жидкая фаза собирается на дне устройства и формирует поток концентрированного раствора 32; газообразный поток, выходящий из секции отпаривания, проходит в секцию 105 конденсации; конденсат, образовавшийся в зоне 105 в основном поступает в зону 104 реакции.

Устройство 100 может быть введено в общую схему, как это показано на фиг. 4, на которой устройство 100 заменяет как реактор-конденсатор 1, так и секцию 30 отпаривания. Комбинированное устройство 1 получает возвратный раствор из газоочистителя (предпочтительно с добавкой свежего аммиака), а также газообразный отпаривающий CO_2 , и выдает концентрированный раствор мочевины и головные газы.

Например, со ссылкой на схему с фиг. 4, устройство 100 может быть введено так, что принимает раствор 14, поступающий из газоочистителя 36 и содержащий добавочный аммиак, а также поток 31 газообразного CO_2 ; при этом выход устройства 100 содержит концентрированный раствор 32 мочевины, направляемый в секцию 33 восстановления, и головные газы 17, направляемые в газоочиститель 36.

В еще одном варианте выполнения (не показан) комбинированное устройство 1 (фиг. 1-2) или 100 (фиг. 4) содержит дополнительную головную секцию, действующую как газоочиститель. Эта секция газоочистки располагается над коаксиальными секциями реакции и конденсации, принимает пары 17 и возвращает раствор 14. По существу, в

этом дополнительном варианте выполнения газоочиститель 36 с фиг. 3 встраивается в единое устройство.

(57) Формула изобретения

- 5 1. Комбинированное устройство (1) для синтеза мочевины из аммиака и диоксида углерода, имеющее кожух (2) и содержащее зону (4) реакции и зону (5) конденсации, сообщающиеся друг с другом и заключенные внутри кожуха (2), отличающееся тем, что зона реакции или зона конденсации расположена коаксиально снаружи другой зоны.
- 10 2. Устройство по п. 1, в котором первая из зон реакции (4) или конденсации (5) имеет цилиндрическую или в основном цилиндрическую геометрию, и вторая из двух зон имеет кольцевую или в основном кольцевую геометрию, простираясь вокруг первой зоны.
3. Устройство по любому из предыдущих пунктов, содержащее дополнительную внутреннюю стенку (3), разграничивающую зоны реакции и конденсации внутри устройства.
- 15 4. Устройство по п. 3, в котором:
одна из зон реакции и конденсации содержит цилиндрическую или в основном цилиндрическую область, расположенную на внутренней части дополнительной стенки (3), и
20 другая из зон реакции и концентрации содержит кольцевую или в основном кольцевую область, простирающуюся снаружи вокруг дополнительной стенки (3).
5. Устройство по п. 4, в котором:
зона конденсации (5) представляет собой нижнюю часть цилиндрической или в
25 основном цилиндрической области на внутренней поверхности дополнительной стенки (3), и
зона реакции (4) содержит верхнюю часть (4А) области на внутренней части дополнительной стенки (3), расположенную над зоной (5) конденсации, так же как
30 кольцевая или в основном кольцевая область (4В), простирающаяся вокруг дополнительной стенки (3).
6. Устройство по любому из пп. 3-5, в котором зона реакции или конденсации, имеющая кольцевую или в основном кольцевую геометрию, сформирована между дополнительной стенкой (3) и кожухом (2) устройства.
7. Устройство по любому из предыдущих пунктов, содержащее охлаждающие
35 элементы (7), размещенные в зоне (5) конденсации.
8. Устройство по п. 7, в котором охлаждающие элементы (7) содержат трубный пучок.
9. Устройство по п. 8, в котором трубы представляют собой трубы байонетного типа, а трубный пучок имеет единую трубную доску (8).
- 40 10. Устройство по п. 9, в котором зона (4) конденсации сформирована в центральной области устройства, а трубная доска (8) имеет диаметр, меньший диаметра кожуха (2) устройства.
11. Устройство по п. 7, в котором охлаждающие элементы (7) включают теплообменные пластины.
- 45 12. Устройство по любому из предыдущих пунктов, содержащее также зону (13) отпаривания и/или зону газоочистки, интегрированные с устройством.
13. Устройство (100) по п. 12, имеющее:
верхнюю секцию (101), содержащую коаксиальные зоны (104) реакции и (105)

конденсации, а также, опционально, зону газоочистки;

нижнюю секцию (130), содержащую зону отпаривания.

14. Способ синтеза мочевины из аммиака и диоксида углерода, включающий:

стадию реакции, на которой аммиак и диоксид углерода реагируют с образованием
5 водного раствора мочевины, содержащего не прореагировавший карбамат аммония
и аммиак;

стадию отпаривания этого водного раствора, на которой образуется аммиак и CO_2
в газообразной форме;

стадию конденсации, на которой аммиак и CO_2 в газообразной форме по меньшей
10 мере частично конденсируются для последующей рециркуляции на стадию реакции,

отличающийся тем, что стадию реакции и стадию конденсации выполняют в первой
зоне (4, 104) и во второй зоне (5, 105) одного устройства (1, 100) внутри единого кожуха
(2, 102) под давлением, причем первая зона и вторая зона сообщаются, коаксиальны и
15 расположены одна вокруг другой.

20

25

30

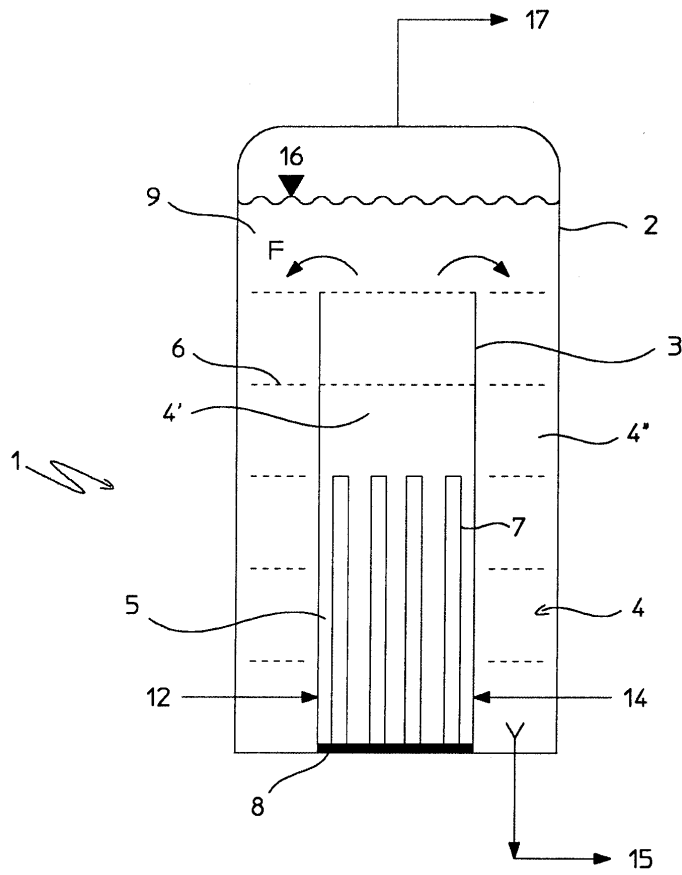
35

40

45

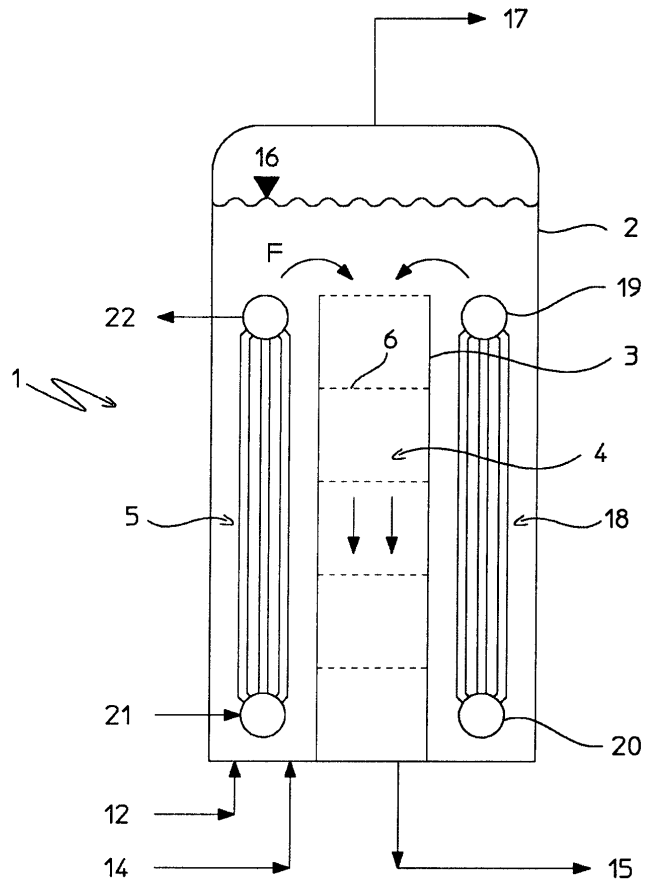
1

1/4



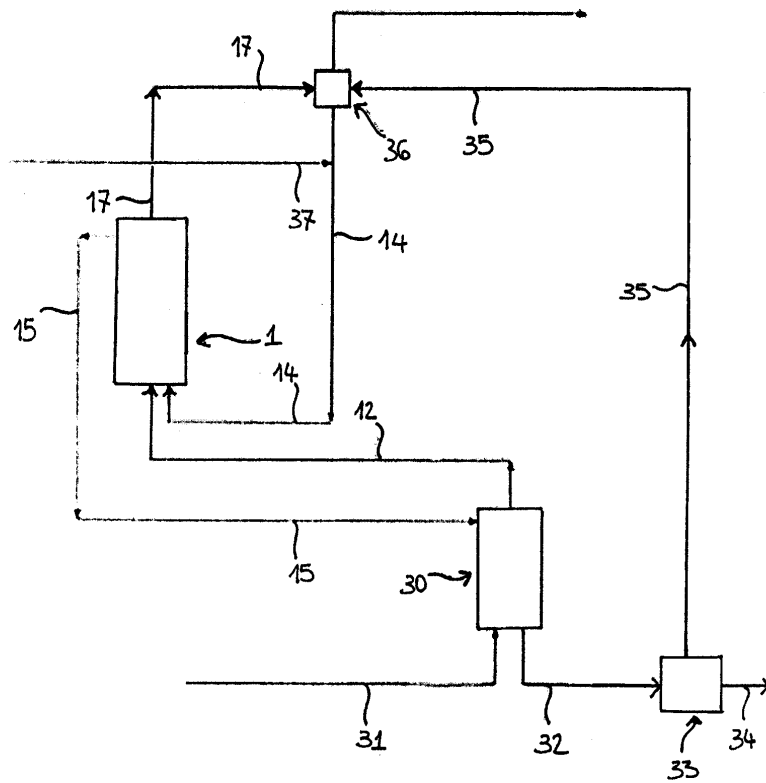
ФИГ. 1

2



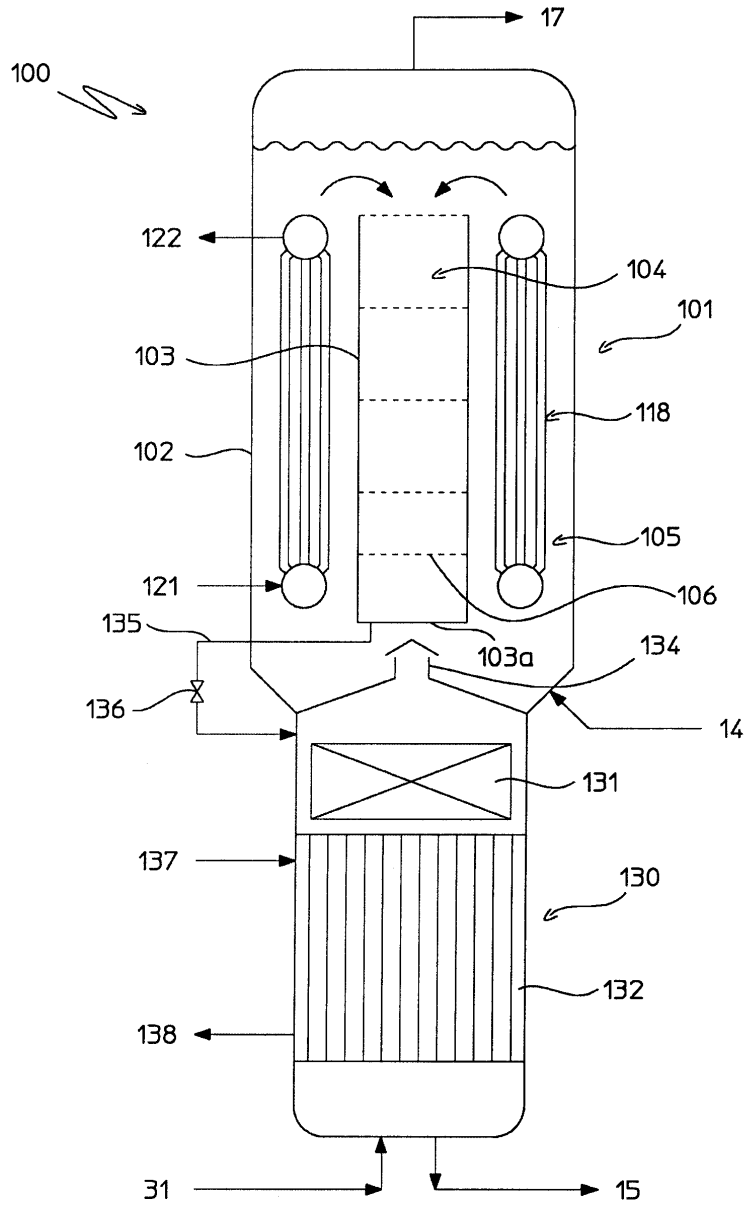
ФИГ. 2

3/4



ФИГ. 3

4/4



ФИГ. 4