

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **041944**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.12.16**

(51) Int. Cl. **C07C 273/04 (2006.01)**  
**C07C 275/00 (2006.01)**

(21) Номер заявки  
**202190379**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.07.02**

---

(54) **СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЧЕВИНЫ**

---

(31) **2018-140072**

(56) **WO-A1-2017043391**  
**WO-A1-2017043390**  
**JP-A-61010547**  
**JP-A-10182587**  
**JP-A-52068129**

(32) **2018.07.26**

(33) **JP**

(43) **2021.05.31**

(86) **РСТ/JP2019/026340**

(87) **WO 2020/021998 2020.01.30**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ТОЙО ИНДЖИНИРИНГ**  
**КОРПОРЕЙШН (JP)**

(72) Изобретатель:  
**Йосимото Кендзи, Сасаки Кейго (JP)**

(74) Представитель:  
**Медведев В.Н. (RU)**

---

(57) Предлагаются способ и устройство для производства мочевины, в которых предварительный нагрев сырьевого аммиака или нагрев на этапе разложения под средним давлением можно выполнять при относительно низком давлении без снижения общего коэффициента теплопередачи. Способ производства мочевины включает этап синтеза для получения раствора для синтеза мочевины; этап разложения под высоким давлением, на котором нагревают раствор для синтеза мочевины для отделения газовой смеси, содержащей аммиак и диоксид углерода, от раствора для синтеза мочевины; этап конденсации для конденсации газовой смеси; этап генерации пара среднего низкого давления, на котором снижают давление конденсата пара среднего давления, генерируемого на этапе разложения под высоким давлением, до среднего низкого давления для образования пара среднего низкого давления и конденсата пара среднего низкого давления; и один или оба этапа из этапа разложения под средним давлением и этапа предварительного нагрева аммиака. На этапе разложения под средним давлением раствор для синтеза мочевины, полученный на этапе разложения под высоким давлением, нагревают под давлением, которое ниже давления на этапе разложения под высоким давлением, с использованием в качестве источника тепла пара среднего низкого давления. На этапе предварительного нагрева аммиака аммиак, подаваемый на этап синтеза, нагревают с использованием в качестве источника тепла пара среднего или низкого давления.

---

**B1**

**041944**

**041944**

**B1**

### Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к способу и устройству для производства мочевины из аммиака и диоксида углерода.

#### Уровень техники

Способ производства мочевины обычно включает этап синтеза, этап разложения под высоким давлением и этап конденсации. На этапе синтеза мочевины получают из аммиака (NH<sub>3</sub>) и диоксида углерода (CO<sub>2</sub>). В частности, как показано в уравнении (1), в результате реакции между аммиаком (NH<sub>3</sub>) и диоксидом углерода (CO<sub>2</sub>) образуется карбамат аммония (NH<sub>2</sub>COONH<sub>4</sub>). Кроме того, как показано в уравнении (2), в результате реакции дегидратации карбамата аммония образуются мочевина (NH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub>) и вода (H<sub>2</sub>O).



Обе реакции являются равновесными, и реакция, протекающая по уравнению (2), является определяющей общую скорость, поскольку она медленнее, чем реакция по формуле (1).

На этапе разложения под высоким давлением раствор для синтеза мочевины, полученный на этапе синтеза, нагревают для разложения карбамата аммония, содержащегося в растворе для синтеза мочевины, на аммиак и диоксид углерода. Таким образом, получают газовую смесь, содержащую аммиак и диоксид углерода, и раствор для синтеза мочевины, имеющий более высокую концентрацию мочевины. На этапе конденсации газовую смесь, полученную на этапе разложения под высоким давлением, конденсируют. На этапе разложения под высоким давлением в качестве источника тепла используют пар среднего давления.

Что касается такого способа производства мочевины, в патентном документе 1 указано, что в теплообменнике сырьевой аммиак нагревают конденсатом пара до 175°C. В патентных документах 2 и 3 раскрыты способы, в которых конденсат пара среднего давления, генерируемый из пара среднего давления, который использовали для нагрева на этапе разложения под высоким давлением, используется в качестве источника тепла на этапе разложения под высоким давлением. На этапе разложения под высоким давлением карбамат аммония, содержащийся в растворе для синтеза мочевины, полученном на этапе разложения под высоким давлением, разлагается при более низком давлении по сравнению с давлением на этапе разложения под высоким давлением.

В патентном документе 4 указано, что в отпарной колонне, используемой на этапе разложения под высоким давлением, пар среднего давления используется для нагрева верхней части отпарной колонны, а пар, полученный путем повышения давления пара низкого давления с помощью эжектора, в котором в качестве рабочей текучей среды используют пар среднего давления, используется для нагрева нижней части отпарной колонны.

#### Список литературы

Патентные документы.

Патентный документ 1: JP H10-182587A..

Патентный документ 2: GB 1542371A.

Патентный документ 3: WO 03/064379 A1.

Патентный документ 4: JP S61-10547A.

#### Сущность изобретения

##### Техническая проблема

Из патентного документа 1 понятно, что конденсат пара, используемый для нагрева сырьевого аммиака, представляет собой конденсат пара среднего давления, генерируемый из пара среднего давления на этапе разложения под высоким давлением. Следовательно, в этом документе предлагается способ, в котором конденсат пара среднего давления используется для предварительного нагрева сырьевого аммиака. Как описано ранее, в патентных документах 2 и 3 раскрыты способы, в которых конденсат пара среднего давления используют в качестве источника тепла на этапе разложения под средним давлением.

Однако в случае использования конденсата пара для нагрева другой текучей среды общий коэффициент теплопередачи снижается по сравнению со случаем использования пара. Кроме того, поскольку давление конденсата пара среднего давления является высоким, расчетное давление для оборудования и трубопроводов, предназначенных для нагрева указанной другой текучей среды посредством конденсата пара среднего давления, становится высоким.

Целью настоящего изобретения является разработка способа и устройства для производства мочевины, в которых предварительный нагрев сырьевого аммиака или нагрев на этапе разложения под средним давлением, можно выполнять при относительно низком давлении без снижения общего коэффициента теплопередачи.

#### Решение проблемы

В одном из аспектов настоящее изобретение относится к способу производства мочевины, включающему

этап синтеза мочевины из аммиака и диоксида углерода с получением раствора для синтеза моче-

вины;

этап разложения под высоким давлением карбамата аммония путем нагрева раствора для синтеза мочевины, полученного на этапе синтеза с использованием в качестве источника тепла пара среднего давления, отделения газовой смеси, содержащей аммиак и диоксид углерода, от раствора для синтеза мочевины и получения конденсата пара среднего давления, причем пар среднего давления имеет давление в диапазоне от 12 до 40 бар;

этап конденсации, состоящий в абсорбции и конденсации по меньшей мере части газовой смеси, полученной на этапе разложения под высоким давлением, в абсорбирующей среде и генерации пара низкого давления с использованием тепла, генерируемого во время конденсации;

первый этап генерации пара среднего низкого давления, заключающийся в генерации пара среднего низкого давления и конденсата пара среднего низкого давления путем снижения давления конденсата пара среднего давления, полученного на этапе разложения под высоким давлением, до среднего низкого давления, которое ниже давления пара среднего давления и выше давления пара низкого давления; и

один или оба из этапа разложения под средним давлением и этапа предварительного нагрева аммиака, причем на этапе разложения под средним давлением происходит разложение карбамата аммония за счет нагрева раствора для синтеза мочевины, полученного на этапе разложения под высоким давлением, при давлении более низком, чем давление на этапе разложения под высоким давлением, с использованием в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, генерируемого на первом этапе генерации пара среднего низкого давления, и газовую смесь, содержащую аммиак и диоксид углерода, отделяют от раствора для синтеза мочевины, причем рабочее давление на этапе разложения под средним давлением находится в диапазоне от 3 до 130 бар; и

на этапе предварительного нагрева аммиака аммиак, подаваемый на этап синтеза, нагревают с использованием в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, генерируемого на первом этапе генерации пара среднего низкого давления.

В другом аспекте настоящее изобретение относится к устройству для производства мочевины, включающему

реактор синтеза, выполненный с возможностью синтеза мочевины из аммиака и диоксида углерода с получением раствора для синтеза мочевины;

устройство для разложения под высоким давлением, выполненное с возможностью разложения карбамата аммония путем нагрева раствора для синтеза мочевины, генерируемого в реакторе синтеза с использованием в качестве источника тепла пара среднего давления, отделения газовой смеси, содержащей аммиак и диоксид углерода, от раствора для синтеза мочевины и получения конденсата пара среднего давления, причем пар среднего давления имеет давление в диапазоне от 12 до 40 бар;

конденсатор, выполненный с возможностью абсорбции и конденсации по меньшей мере части газовой смеси, полученной в устройстве для разложения под высоким давлением в абсорбирующей среде, и генерации пара низкого давления с использованием тепла, генерируемого во время конденсации;

первый парогенератор среднего низкого давления, выполненный с возможностью генерации пара среднего низкого давления и конденсата пара среднего низкого давления путем снижения давления конденсата пара среднего давления, полученного в устройстве для разложения под высоким давлением, до среднего низкого давления, которое ниже давления пара среднего давления и выше давления пара низкого давления; и

одно или оба устройства из устройства для разложения под средним давлением и устройства для предварительного нагрева аммиака, причем устройство для разложения под средним давлением выполнено с возможностью разложения карбамата аммония путем нагрева раствора для синтеза мочевины, полученного в устройстве для разложения под высоким давлением, при давлении ниже, чем давление в устройстве для разложения под высоким давлением, с использованием в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, генерируемого первым парогенератором среднего низкого давления, и отделения газовой смеси, содержащей аммиак и диоксид углерода, от раствора для синтеза мочевины, причем рабочее давление в устройстве для разложения под средним давлением находится в диапазоне от 3 до 130 бар; и

устройство для предварительного нагрева аммиака выполнено с возможностью нагрева аммиака, подаваемого в реактор синтеза, с использованием в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, генерируемого в первом парогенераторе среднего низкого давления.

#### **Благоприятные эффекты изобретения**

Настоящее изобретение относится к способу и устройству для производства мочевины, в которых предварительное нагревание сырьевого аммиака или нагревание на этапе разложения под средним давлением могут выполняться при относительно низком давлении без снижения общего коэффициента теплопередачи.

#### **Краткое описание чертежей**

На фиг. 1 представлена схематическая диаграмма для иллюстрации примера производства и использования пара среднего низкого давления; и

на фиг. 2 представлена блок-схема способа, схематически показывающая пример установки для

производства мочевины.

### Описание вариантов осуществления

Способ производства мочевины по настоящему изобретению включает этап синтеза, этап разложения под высоким давлением, этап конденсации и первый этап генерации пара среднего низкого давления. Способ производства мочевины также включает один или оба этапа из этапа разложения под средним давлением и этапа предварительного нагрева аммиака и, в частности, включает этап разложения под средним давлением.

[Этап синтеза]

На этапе синтеза синтезируют мочевины из аммиака и диоксида углерода с получением раствора для синтеза мочевины. На этапе синтеза мочевины также синтезируют из карбамата аммония, содержащегося в рециркулируемой жидкости из этапа конденсации, который описан ниже.

Рабочее давление на этапе синтеза обычно составляет от 130 бар (абсолютное давление, которое также применимо к приведенному ниже описанию) до 250 бар, предпочтительно от 140 до 200 бар. Рабочая температура на этапе синтеза обычно составляет от 160 до 200°C, предпочтительно от 170 до 190°C.

[Этап разложения под высоким давлением]

На этапе разложения под высоким давлением раствор для синтеза мочевины, полученный на этапе синтеза, нагревают с использованием в качестве источника тепла пара среднего давления. Таким образом, карбамат аммония, содержащийся в растворе для синтеза мочевины, полученном на этапе синтеза, разлагается, и газовую смесь, содержащую аммиак и диоксид углерода, отделяют от раствора для синтеза мочевины. Газовая смесь, полученная на этапе разложения под высоким давлением, далее может называться "газ, выходящий после разложения под высоким давлением". Путем конденсации пара среднего давления, используемого в качестве источника тепла, образуется конденсат пара среднего давления.

Для нагрева на этапе разложения под высоким давлением требуется высокотемпературный теплоноситель. Пар низкого давления, рекуперированный на этапе конденсации, который описан ниже, не имеет достаточно высокой температуры для нагрева. Следовательно, для нагрева используется пар среднего давления, имеющий давление выше, чем давление пара низкого давления.

Давление пара среднего давления обычно составляет от 12 до 40 бар, предпочтительно от 14 до 25 бар. Пар среднего давления часто целесообразно генерировать в виде пара противодавления паровой турбины на установке по производству мочевины. В качестве альтернативы пар среднего давления может подаваться извне установки для производства мочевины.

Рабочая температура на этапе разложения под высоким давлением обычно составляет от 150 до 220°C, предпочтительно от 160 до 200°C.

В частности, раствор для синтеза мочевины, полученный на этапе синтеза, в основном состоит из мочевины, непрореагировавшего аммиака, непрореагировавшего диоксида углерода, непрореагировавшего карбамата аммония и воды. Раствор для синтеза мочевины обычно нагревают под давлением, по существу, равным давлению на этапе синтеза. Как следствие, происходит отделение непрореагировавшего аммиака, непрореагировавшего диоксида углерода, непрореагировавшего карбамата аммония и воды в виде газовой смеси, в основном состоящей из аммиака, диоксида углерода и воды (пара).

На этапе разложения под высоким давлением можно использовать метод разложения, при котором выполняется только нагревание. Однако для ускорения разложения можно использовать способ отгонки, в котором, помимо нагревания, подают газообразный диоксид углерода, который приводят в контакт с раствором для синтеза мочевины.

[Этап конденсации]

На этапе конденсации по меньшей мере часть газовой смеси (газа, выходящего после разложения под высоким давлением), полученной на этапе разложения под высоким давлением, абсорбируется и конденсируется в абсорбирующей среде. За счет тепла, выделяемого при конденсации, образуется пар низкого давления. Газовая смесь и абсорбирующая среда на этапе конденсации могут упоминаться как "внутренняя текучая среда" конденсатора.

Давление пара низкого давления обычно составляет от 3 до 9 бар, более предпочтительно от 5 до 7 бар. Пар низкого давления может быть получен путем испарения соответствующей воды, например конденсата пара низкого давления.

В качестве абсорбирующей среды может быть использована соответствующим образом абсорбирующая среда, широко известная в области применения способа производства мочевины, такая как вода (которая может содержать мочевины, аммиак, диоксид углерода и карбамат аммония).

Температура жидкости (технологической текучей среды), полученной на этапе конденсации, обычно составляет от 100 до 210°C, предпочтительно от 160 до 190°C. Поскольку процесс под высоким давлением (включая этап синтеза, этап разложения под высоким давлением и этап конденсации) при производстве мочевины не имеет ничего, что приводило бы к снижению давления, кроме потери давления, этап синтеза, этап разложения под высоким давлением и этап конденсации осуществляются практически при одном и том же давлении. Следует отметить, что нагнетание давления эжектором выполняют для рециркуляции, которая описана ниже.

В частности, газовую смесь (газ, выходящий после разложения под высоким давлением), отделенная на этапе разложения под высоким давлением, подают на этап конденсации, где газовая смесь вступает в контакт с содержащей воду абсорбирующей средой в условиях охлаждения, и газовая смесь конденсируется. Во время конденсации часть аммиака и часть диоксида углерода превращаются в карбамат аммония (см. формулу (1)), и реакция синтеза мочевины (см. формулу (2)) также протекает при поддержании высокой температуры конденсации.

Когда газовая смесь конденсируется на этапе конденсации, выделяется большое количество тепла при высокой температуре. Для эффективного использования выделяемого тепла его рекуперировывают. В качестве способа рекуперации тепла используют способ, при котором происходит теплообмен между раствором для синтеза мочевины, который был получен на этапе разложения под высоким давлением (жидкостью, содержащей непрореагировавший аммиак, непрореагировавший диоксид углерода, непрореагировавший карбамат аммония и воду, которые не были разделены), и внутренней текучей среды конденсатора. В качестве альтернативы существует способ теплообмена между внутренней текучей средой конденсатора и горячей водой (вода часто используется под давлением) для получения горячей воды, температура которой была увеличена. Однако во многих случаях используется способ теплообмена между внутренней текучей средой конденсатора и конденсатом пара (в частности, конденсатом пара низкого давления) с получением пара низкого давления. Этот способ можно использовать в комбинации по меньшей мере с одним из двух описанных выше способов.

Для теплообмена между внутренней текучей средой конденсатора и конденсатом пара можно использовать вертикальный или горизонтальный кожухотрубный теплообменник. Хотя газовая смесь может конденсироваться на стороне трубы, газовая смесь может конденсироваться на стороне кожуха, таким образом время пребывания на этапе конденсации может быть продолжительным для осуществления конденсации и реакции.

Газ, который не конденсировался на этапе конденсации, может быть рекуперирован в виде рекуперированной жидкости во время абсорбции и конденсации газа в абсорбирующей среде, при этом абсорбирующая среда одновременно охлаждается. Путем возврата рекуперированной жидкости в процесс под высоким давлением (включая этап синтеза, этап разложения под высоким давлением и этап конденсации), как правило на этап конденсации, можно выделить непрореагировавший аммиак и непрореагировавший диоксид углерода. В качестве абсорбирующей среды может быть использована подходящим образом абсорбирующая среда, широко известная в области применения способа производства мочевины, такая как вода (которая может содержать мочевины, аммиак, диоксид углерода и карбамат аммония).

#### [Рециркуляция]

Можно использовать структуру, в которой конденсированная жидкость, полученная на этапе конденсации, снова направляется на этап синтеза для рециркуляции непрореагировавшего аммиака и непрореагировавшего диоксида углерода. В качестве способа рециркуляции конденсированной жидкости, полученной на этапе конденсации, используют способ, в котором реактор синтеза (для выполнения этапа синтеза) расположен ниже, а конденсатор (для выполнения этапа конденсации) расположен над реактором синтеза, так, чтобы обеспечить рециркуляцию конденсированной жидкости под действием силы тяжести. В качестве другого способа рециркуляции используют способ, в котором при использовании аммиака, подаваемого в реактор синтеза в качестве рабочей текучей среды, с помощью эжектора увеличивают давление конденсированной жидкости, полученной на этапе конденсации для осуществления рециркуляции конденсированной жидкости. Способ рециркуляции под действием силы тяжести и способ рециркуляции с использованием эжектора можно использовать в комбинации.

#### [Первый этап генерации пара среднего низкого давления]

На первом этапе генерации пара среднего давления давление конденсата пара среднего давления, полученного на этапе разложения под высоким давлением, снижают до среднего низкого давления для получения пара среднего низкого давления и конденсата пара среднего низкого давления. Среднее-низкое давление означает давление ниже, чем давление пара среднего давления, но выше, чем давление пара низкого давления. Для понижения давления может быть использован соответствующим образом клапан понижения давления, а газожидкостный сепаратор может использоваться для разделения образующегося пара среднего низкого давления и конденсата пара среднего низкого давления.

Давление пара среднего низкого давления составляет, например, от 7 до 18 бар, предпочтительно от 8 до 12 бар.

#### [Этап разложения под средним давлением]

На этапе разложения под средним давлением с использованием в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, генерируемого на первом этапе генерации пара среднего низкого давления, раствор для синтеза мочевины, который получен на этапе разложения под высоким давлением, нагревают под давлением ниже, чем давление на этапе разложения под высоким давлением. Таким образом, происходит разложение карбамата аммония, содержащегося в растворе для синтеза мочевины, который получен на этапе разложения под высоким давлением. На этапе разложения под средним давлением получают газовую смесь, содержащую аммиак и диоксид углерода (эта газовая смесь в дальнейшем может упоминаться как "газ, выходящий после разложения под средним давлени-

ем") и раствор для синтеза мочевины, имеющий дополнительно пониженную концентрацию карбамата аммония.

В частности, раствор для синтеза мочевины, который получен на этапе разложения под высоким давлением (жидкость, содержащая непрореагировавший аммиак, непрореагировавший диоксид углерода, непрореагировавший карбамат аммония и воду, которые не были разделены), подвергают обработке путем снижения давления и нагревания. Таким образом, происходит отделение непрореагировавшего аммиака, непрореагировавшего диоксида углерода, непрореагировавшего карбамата аммония и воды в виде газовой смеси, состоящей в основном из аммиака, диоксида углерода и воды (пара).

Газ, выходящий после разложения под средним давлением, может быть рекуперирован в виде рекуперированной жидкости во время абсорбции и конденсации газа в абсорбирующей среде, при этом абсорбирующая среда одновременно охлаждается. В этом контексте, если обработку путем снижения давления и нагревания выполняют на нескольких этапах, как описано ниже, вышеупомянутый "газ, выходящий после разложения под средним давлением" означает газовую смесь, содержащую аммиак и диоксид углерода, которую получают на каждом этапе. Путем возврата рекуперированной жидкости в процесс под высоким давлением, обычно на этап конденсации, можно извлечь непрореагировавший аммиак и непрореагировавший диоксид углерода. В качестве абсорбирующей среды может быть использована соответствующим образом абсорбирующая среда, широко известная в области применения способа производства мочевины, такая как вода (которая может содержать мочевины, аммиак, диоксид углерода и карбамат аммония).

Непрореагировавший аммиак, непрореагировавший диоксид углерода, непрореагировавший карбамат аммония и воду, которые не были разделены, можно более легко разделить в виде газовой смеси путем снижения, насколько это возможно, давления раствора для синтеза мочевины, который получен на этапе разложения под высоким давлением. С другой стороны, для абсорбции при охлаждении абсорбирующей средой газовой смеси, рабочее давление которой является высоким, извлечения этой смеси в виде извлеченной жидкости и возвращения на этап конденсации, предпочтительно, чтобы давление раствора для синтеза мочевины было высоким, насколько это возможно.

Следовательно, предпочтительно разделить обработку путем снижения давления и нагревания на несколько этапов, и подвергнуть раствор для синтеза мочевины, полученный на этапе разложения под высоким давлением, обработке на указанных нескольких этапах. Таким образом, можно эффективно снизить содержание непрореагировавшего аммиака, непрореагировавшего диоксида углерода, непрореагировавшего карбамата аммония и воды и получить мочевины высокой чистоты. Раствор для синтеза мочевины, полученный на этапе разложения под средним давлением, предпочтительно нагревают под давлением ниже, чем давление на этапе разложения под средним давлением (однако, равном или выше атмосферного давления) после этапа разложения под средним давлением.

На этапе разложения под средним давлением раствор для синтеза мочевины (содержащий непрореагировавший аммиак, непрореагировавший диоксид углерода, непрореагировавший карбамат аммония и воду, которые не были разделены) нагревают непосредственно после получения раствора для синтеза мочевины на этапе разложения под высоким давлением, под давлением, которое ниже давления на этапе разложения под высоким давлением, с получением газовой смеси (газа, выходящего после разложения под средним давлением). Однако, как описано ранее, возможна ситуация, когда рекуперацию тепла осуществляют на этапе конденсации путем теплообмена между внутренней текучей средой конденсатора и раствором для синтеза мочевины непосредственно после получения раствора для синтеза мочевины на этапе разложения под высоким давлением. В этом случае этап разложения под средним давлением означает этап нагрева раствора для синтеза мочевины, нагретого за счет указанной рекуперации тепла, под давлением, которое ниже давления на этапе разложения под высоким давлением, для отделения газовой смеси.

Рабочее давление на этапе разложения под средним давлением зависит от количества этапов обработки путем снижения давления и нагревания. Например, в случае двух этапов (этапа разложения под средним давлением и этапа разложения под низким давлением) рабочее давление обычно составляет от 3 до 130 бар, предпочтительно от 6 до 70 бар и более предпочтительно от 10 до 20 бар. Рабочая температура на этапе разложения под средним давлением зависит от рабочего давления, но обычно составляет от 100 до 180°C, предпочтительно порядка 130-160°C.

Раствор для синтеза мочевины, полученный на этапе разложения под средним давлением, может быть отправлен на этап концентрирования. В этом контексте, если обработка путем снижения давления и нагревания выполняется на нескольких этапах, вышеупомянутый "раствор для синтеза мочевины, полученный на этапе разложения под средним давлением" означает раствор для синтеза мочевины, полученный на последнем этапе. На этапе концентрирования содержание воды, содержащейся в растворе для синтеза мочевины, уменьшают путем нагрева в вакууме. Мочевина, полученная на этапе концентрирования, может быть мочевиной - конечным продуктом. Альтернативно, после этапа концентрирования может быть выполнен этап гранулирования для получения продукта в виде гранулированной мочевины.

Устройство для разложения под средним давлением для выполнения этапа разложения под средним давлением может иметь конструкцию, обеспечивающую теплообмен между паром среднего низкого дав-

ления и технологической текучей средой (раствор для синтеза мочевины). Клапан понижения давления для понижения давления может быть расположен выше от устройства для разложения под средним давлением относительно направления потока технологической текучей среды (раствора для синтеза мочевины).

[Этап предварительного нагрева аммиака]

На этапе предварительного нагрева аммиака с использованием в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, генерируемого на первом этапе генерации пара среднего низкого давления, происходит нагрев аммиака, подаваемого на этап синтеза. Чем выше температура на этапе синтеза, тем выше равновесная скорость синтеза мочевины из карбамата аммония, и тем выше скорость превращения, и, кроме того, при таком же время пребывания увеличивается степень превращения. В результате количество пара, необходимого для разложения непрореагировавшего карбамата аммония, уменьшается. В качестве способа повышения температуры на этапе синтеза эффективен способ повышения температуры сырьевого аммиака, подаваемого на этап синтеза.

Для теплообмена между аммиаком и паром среднего низкого давления на этапе предварительного нагрева аммиака может быть использован соответствующий теплообменник.

[Второй этап производства пара среднего давления]

Путем повышения давления пара низкого давления с помощью эжектора, в котором в качестве рабочей текучей среды используется пар среднего давления, можно выполнить второй этап генерации пара среднего низкого давления для генерации пара среднего низкого давления, имеющего давление, которое ниже давления пара среднего давления и выше давления пара низкого давления. Для выполнения этого этапа используется эжектор. На этом этапе пар среднего низкого давления можно генерировать путем повышения давления пара низкого давления с помощью эжектора, в котором в качестве рабочей текучей среды используется пар высокого давления, имеющего давление, которое выше давления пара среднего давления. Эжектор, в котором в качестве рабочей текучей среды используется пар среднего давления, и эжектор, в котором в качестве рабочей текучей среды используется пар высокого давления, могут использоваться вместе. Пар высокого давления представляет собой, например, пар, подаваемый в паровую турбину. Посредством этого этапа можно увеличить количество источников тепла, имеющих температуру выше, чем температура пара низкого давления, при этом эффективно используя пар низкого давления.

На одном или обоих из этапа разложения под средним давлением и этапе предварительного нагрева аммиака в качестве источника тепла можно использовать по меньшей мере часть пара среднего низкого давления, генерируемого на втором этапе генерации пара среднего низкого давления.

Пар среднего низкого давления, полученный на втором этапе генерации пара среднего низкого давления, может иметь давление, аналогичное или такое же, как давление пара среднего низкого давления, полученного на первом этапе генерации пара среднего низкого давления. Пар среднего низкого давления, полученный на втором этапе генерации пара среднего низкого давления, можно смешать соответствующим образом с паром среднего низкого давления, полученным на первом этапе генерации пара среднего низкого давления.

[Нагрев паром среднего низкого давления на этапе разложения под высоким давлением]

На этапе разложения под высоким давлением после нагрева раствора для синтеза мочевины, полученного на этапе синтеза, с использованием в качестве источника тепла пара среднего давления, можно нагреть раствор для синтеза мочевины с использованием в качестве источника тепла пара среднего низкого давления. В качестве пара среднего низкого давления, используемого для этой цели, можно использовать по меньшей мере часть пара среднего низкого давления, генерируемого на первом этапе генерации пара среднего низкого давления. В качестве пара среднего низкого давления, используемого для этой цели, можно использовать по меньшей мере часть пара среднего низкого давления, генерируемого на втором этапе генерации пара среднего низкого давления.

Например, нагревающая часть устройства для разложения под высоким давлением (обычно отпарная колонна) может быть разделена на верхнюю и нижнюю секции в зависимости от направления потока технологической текучей среды (раствора для синтеза мочевины), и пар среднего давления и пар среднего низкого давления можно использовать для нагрева верхней секции и нижней секции, соответственно. Таким образом, можно эффективно использовать пар среднего и низкого давления и снизить общее количество потребления пара среднего давления, гидролиз мочевины и образование биурета.

[Использование конденсата пара среднего низкого давления]

Когда пар среднего низкого давления используется в качестве источника тепла, пар среднего низкого давления конденсируют с образованием парового конденсата среднего низкого давления. Кроме того, как описано ранее, конденсат пара среднего низкого давления генерируется на первом этапе генерации пара среднего низкого давления. Конденсат пара среднего низкого давления можно использовать в качестве источника тепла на одном или обоих из этапа разложения под средним давлением и этапе предварительного нагрева аммиака. В качестве конденсата пара среднего низкого давления, используемого для этой цели, можно использовать по меньшей мере часть конденсата пара среднего низкого давления, образованного путем конденсации пара среднего низкого давления, генерируемого на первом этапе генерации пара среднего низкого давления. Кроме того, в качестве конденсата пара среднего низкого давления,

используемого для этой цели, можно использовать по меньшей мере часть конденсата пара среднего низкого давления, образованного на первом этапе генерации пара среднего низкого давления. В качестве конденсата пара среднего низкого давления, используемого для этой цели, можно использовать по меньшей мере часть конденсата пара среднего низкого давления, образованного путем конденсации пара среднего низкого давления, генерируемого на втором этапе генерации пара среднего низкого давления.

Таким образом, конденсат пара среднего низкого давления можно эффективно использовать в качестве источника тепла на этапе разложения под средним давлением или/и этапе предварительного нагрева аммиака. Следовательно, устройство для разложения под средним давлением может иметь конструкцию, обеспечивающую теплообмен между технологической текучей средой и конденсатом пара среднего низкого давления. Кроме того, можно использовать соответствующий теплообменник, который осуществляет теплообмен между сырьевым аммиаком и конденсатом пара среднего низкого давления. В качестве альтернативы давление конденсата пара среднего низкого давления может быть снижено до низкого давления для генерации пара низкого давления.

В случае нагрева текучей среды, такой как сырьевой аммиак, или технологической текучей среды на этапе разложения под средним давлением, можно осуществлять, например, нагрев паром низкого давления, нагрев конденсатом пара среднего низкого давления и нагрев паром среднего низкого давления, в указанном порядке.

[Другое]

Поскольку реакция синтеза мочевины также протекает на этапе конденсации, этап конденсации и этап синтеза можно осуществлять в одном сосуде высокого давления. Следовательно, можно использовать один сосуд высокого давления, в котором объединены конденсатор и реактор синтеза.

Перед предварительным нагревом сырьевого аммиака паром среднего низкого давления сырьевой аммиак может быть предварительно нагрет паром низкого давления.

Согласно настоящему изобретению, поскольку в качестве источника тепла используется пар, общий коэффициент теплопередачи становится выше по сравнению со случаем использования конденсата пара. Кроме того, поскольку давление пара среднего низкого давления ниже по сравнению с конденсатом пара среднего давления, можно использовать более низкое расчетное давление для оборудования и трубопроводов и снизить стоимость оборудования. Кроме того, по сравнению с конденсатом пара среднего давления, пар среднего низкого давления можно легко распределять для нагрева по нескольким этапам, таким как этап разложения под средним давлением, этап предварительного нагрева аммиака и этап разложения под высоким давлением. Другими словами, в отношении распределения тепла обеспечиваются высокая гибкость конструкции и эффективность.

[Пример осуществления способа]

Настоящее изобретение подробно описано ниже со ссылкой на чертежи, но не ограничивается ими.

На фиг. 1 схематически показан вариант осуществления производства мочевины. На чертежах "MP STM" означает пар среднего давления; "MLP STM" означает пар среднего низкого давления; "LP STM" означает пар низкого давления; "MP SC" означает конденсат пара среднего давления; "MLP SC" означает конденсат пара среднего низкого давления; и "LP SC (показан на фиг. 2)" означает конденсат пара низкого давления, соответственно.

Пар среднего давления подается по линиям 1 и 2 в секцию A1 нагрева, где осуществляется нагрев устройства для разложения под высоким давлением паром среднего давления. Этот пар среднего давления используется в качестве источника тепла в секции A1 нагрева и конденсируется, превращаясь в конденсат пара среднего давления (линия 3). Этот конденсат пара среднего давления подают в первый парогенератор F среднего низкого давления. Первый парогенератор F среднего низкого давления обычно снабжен клапаном снижения давления и, кроме того, может быть снабжен сепаратором (сосудом) газа и жидкости. В первом парогенераторе F среднего низкого давления давление конденсата пара среднего давления понижают, и генерируют пар среднего низкого давления. В это время может генерироваться жидкая фаза (конденсат пара среднего низкого давления). В варианте осуществления, показанном на фиг. 1, пар среднего низкого давления отводят из линии 4, а конденсат пара среднего низкого давления отводят из линии 9.

Пар среднего низкого давления, используемый в качестве источника тепла, подают в секцию A2 нагрева, где осуществляют нагрев устройства для разложения под высоким давлением с помощью пара среднего низкого давления, в секцию C2 нагрева, в которой осуществляют нагрев устройства для разложения под средним давлением с использованием пара среднего низкого давления, в устройство E для предварительного нагрева аммиака, где выполняют нагрев с использованием пара среднего низкого давления, и в другое оборудование D2, которое потребляет пар среднего низкого давления, по линиям 5, 6, 7 и 8, соответственно.

Давление конденсата пара среднего низкого давления в трубопроводе 9 снижают, например, с помощью клапана снижения давления с образованием пара низкого давления и конденсата пара низкого давления. Их разделяют газожидкостным сепаратором. Этот конденсат пара низкого давления нагревают конденсатором В (другими словами, используют для рекуперации тепла конденсации), и он становится

паром низкого давления. Клапан снижения давления и газожидкостный сепаратор не показаны на фиг. 1. Следует понимать, что на фиг. 1, клапан снижения давления и газожидкостной сепаратор включены в блок индикации конденсатора В.

Пар низкого давления отводят из конденсатора В по линии 10, подают в качестве источников тепла в секцию С1 нагрева, где выполняют нагрев устройства для разложения под средним давлением с помощью пара низкого давления, и в другое оборудование D1, которое потребляет пар низкого давления, по линиям 11 и 12, соответственно. Пар низкого давления из линии 10 также подают по линии 13 во второй парогенератор среднего низкого давления (эжектор) G.

Эжектор G приводят в действие паром среднего давления из линии 14, и давление пара низкого давления (линия 13) увеличивают, генерируя пар среднего низкого давления (линия 15). Пар среднего низкого давления из линии 15 смешивают с паром среднего низкого давления из линии 4.

На фиг. 2 представлена блок-схема технологического процесса, схематически показывающая пример способа производства мочевины. Сырьевой аммиак, давление которого увеличено соответствующим образом с помощью насоса (не показан), подают в реактор Н синтеза по линиям 101, 102 и 103. Сырьевой диоксид углерода подают в реактор Н синтеза по линиям 104 и 105. Сырьевой аммиак можно нагреть через теплообмен с паром среднего низкого давления в устройстве Е для предварительного нагрева аммиака, и затем этот пар можно использовать в качестве рабочей текучей среды для эжектора I. Раствор для синтеза мочевины направляют из реактора Н синтеза в устройство А для разложения под высоким давлением по линии 110.

В устройстве А для разложения под высоким давлением раствор для синтеза мочевины нагревают в секции А1 нагрева, где выполняют нагрев с использованием пара среднего давления, и затем нагревают в секции А2 нагрева, где выполняют нагрев с использованием пара среднего низкого давления. Устройство А для разложения под высоким давлением имеет конструкцию (секцию А1 нагрева), обеспечивающую теплообмен между паром среднего давления и технологической текучей средой выше по потоку, и конструкцию (секцию А2 нагрева), обеспечивающую теплообмен между паром среднего низкого давления и технологической текучей средой ниже по потоку относительно направления потока технологической текучей среды (раствора для синтеза мочевины). Двоукись углерода подают из линии 106 в нижнюю часть устройства А для разложения под высоким давлением в качестве отпарного газа.

Газ, выходящий после разложения под высоким давлением, подают в конденсатор В из устройства А для разложения под высоким давлением по линии 112. Кроме того, давление раствора для синтеза мочевины, из которого был отделен газ, выходящий после разложения под высоким давлением, понижают с помощью клапана J снижения давления после подачи по линии 111 и подают в устройство С для разложения под средним давлением по линии 112.

Газ, выходящий после разложения под высоким давлением, подаваемый в конденсатор В, абсорбируется абсорбирующей жидкостью (абсорбирующей средой), подаваемой из линии 120, и конденсируется. Давление полученной сконденсированной жидкости увеличивают с помощью эжектора I после ее прохождения по линии 121 и возвращают в реактор Н синтеза из линии 103. Газ, который не сконденсировался (газ на выходе из конденсатора), отводят по линии 122, и его давление понижают с помощью клапана К снижения давления. Конденсат пара низкого давления подают в конденсатор В в качестве источника охлаждения. Конденсат пара низкого давления нагревают с помощью внутренней текучей среды (технологической текучей средой) конденсатора В с образованием пара низкого давления.

Раствор для синтеза мочевины (который может представлять собой двухфазный поток газ-жидкость), подаваемый из линии 112 в устройство С для разложения под средним давлением, нагревают в секции С1 нагрева, где выполняют нагрев с помощью пара низкого давления, и затем нагревают в секции С2 нагрева, где выполняют нагрев с помощью пара среднего низкого давления. Устройство С для разложения под средним давлением имеет конструкцию (секцию С1 нагрева), обеспечивающую теплообмен между паром низкого давления и технологической текучей средой выше по потоку, и конструкцию (секцию С2 нагрева), обеспечивающую теплообмен между паром среднего низкого давления и технологической текучей средой ниже по потоку относительно направления потока технологической текучей среды (раствора для синтеза мочевины).

Газ, выходящий после разложения под средним давлением, отводят из линии 132, и раствор для синтеза мочевины, из которого отделен газ, выходящий после разложения под средним давлением, отводят из линии 131.

Газ, выходящий после разложения под средним давлением (линия 132), может быть смешан с газом на выходе конденсатора, давление которого было понижено с помощью клапана К снижения давления (линия 122), с получением газовой смеси (линия 133). Эту газовую смесь можно использовать в виде рекуперированной жидкости во время абсорбции и конденсации газовой смеси в абсорбирующей среде с одновременным охлаждением абсорбирующей среды (не показано). В качестве абсорбирующей среды можно использовать соответствующим образом абсорбирующую среду, хорошо известную в области применения способа производства мочевины, такую как вода (которая может содержать мочевины, аммиак, диоксид углерода и карбамат аммония).

Давление извлеченной таким образом жидкости может быть увеличено соответствующим образом,

и эта жидкость может быть использована в качестве абсорбирующей среды на этапе конденсации. Кроме того, раствор для синтеза мочевины, из которого был отделен газ после разложения под средним давлением (линия 131), может быть направлен на этап концентрирования (не показан). Мочевина в качестве конечного продукта может быть получена на этапе концентрирования, или может быть получен продукт в виде гранулированной мочевины на этапе гранулирования, выполненного после этапа концентрирования.

Список условных знаков:

MP STM - пар среднего давления;

MLP STM - пар среднего низкого давления;

LP STM - пар низкого давления;

MP SC - конденсат пара среднего давления;

MLP SC - конденсат пара среднего низкого давления;

LP SC - конденсат пара низкого давления;

A - устройство для разложения под высоким давлением;

A1 - секция нагрева, где выполняют нагрев устройства для разложения под высоким давлением с помощью пара среднего давления;

A2 - секция нагрева, где выполняют нагрев устройства для разложения под высоким давлением с помощью пара среднего низкого давления;

B - конденсатор;

C - устройство для разложения под средним давлением;

C1 - секция нагрева, где выполняют нагрев устройства для разложения под средним давлением с помощью пара низкого давления;

C2 - секция нагрева, где выполняют нагрев устройства для разложения под средним давлением с помощью пара среднего низкого давления;

D1 - другое оборудование, потребляющее пар низкого давления;

D2 - другое оборудование, потребляющее пар среднего низкого давления;

E - устройство для предварительного нагрева аммиака, где выполняют нагрев с помощью пара среднего низкого давления;

F - первый парогенератор среднего низкого давления (снижение давление конденсата пара среднего давления);

G - второй парогенератор среднего низкого давления (эжектор);

H - реактор синтеза;

I - эжектор для рециркуляции.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

### 1. Способ производства мочевины, включающий

этап синтеза, на котором синтезируют мочевины из аммиака и диоксида углерода с получением раствора для синтеза мочевины;

этап разложения под высоким давлением, на котором разлагают карбамат аммония путем нагрева раствора для синтеза мочевины, полученного на этапе синтеза, с использованием пара среднего давления в качестве источника тепла, отделяют газовую смесь, содержащую аммиак и диоксид углерода, от раствора для синтеза мочевины и получают конденсат пара среднего давления, причем пар среднего давления имеет давление в диапазоне от 12 до 40 бар;

этап конденсации, на котором абсорбируют и конденсируют по меньшей мере часть газовой смеси, полученной на этапе разложения под высоким давлением, в абсорбирующей среде и генерируют пар низкого давления с использованием тепла, генерируемого во время конденсации;

первый этап генерации пара среднего низкого давления, на котором генерируют пар среднего низкого давления и конденсат пара среднего низкого давления путем снижения давления конденсата пара среднего давления, полученного на этапе разложения под высоким давлением, до среднего низкого давления, которое ниже давления пара среднего давления и выше давления пара низкого давления; и

один или оба из этапа разложения под средним давлением и этапа предварительного нагрева аммиака, причем

на этапе разложения под средним давлением происходит разложение карбамата аммония путем нагрева раствора для синтеза мочевины, полученного на этапе разложения под высоким давлением, под давлением, которое ниже давления на этапе разложения под высоким давлением, с использованием в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, генерируемого на первом этапе генерации пара среднего низкого давления, и отделение газовой смеси, содержащей аммиак и диоксид углерода, от раствора для синтеза мочевины, причем рабочее давление на этапе разложения под средним давлением находится в диапазоне от 3 до 130 бар; и

на этапе предварительного нагрева аммиака аммиак, подаваемый на этап синтеза, нагревают с использованием в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, гене-

рируемого на первом этапе генерации пара среднего низкого давления.

2. Способ производства мочевины по п.1, в котором на этапе разложения под высоким давлением, после осуществления нагрева раствора для синтеза мочевины, полученного на этапе синтеза, с использованием в качестве источника тепла пара среднего давления, раствор для синтеза мочевины нагревают с использованием в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, генерируемого на первом этапе генерации пара среднего низкого давления.

3. Способ производства мочевины по п.1 или 2, в котором на одном или обоих этапах из этапа разложения под средним давлением и этапа предварительного нагрева аммиака в качестве источника тепла используют по меньшей мере часть одного или обоих из следующего: конденсата пара среднего низкого давления, генерируемого на первом этапе генерации пара среднего низкого давления, и конденсата пара среднего низкого давления, образованного путем конденсации пара среднего низкого давления, генерируемого на первом этапе генерации пара среднего низкого давления.

4. Способ производства мочевины по любому из пп.1-3, включающий второй этап генерации пара среднего низкого давления, на котором генерируют пар среднего низкого давления, имеющий давление, которое ниже давления пара среднего давления и выше давления пара низкого давления; причем

второй этап генерации пара среднего низкого давления включает одну или обе операции из следующих:

увеличения давления пара низкого давления с помощью эжектора, в котором в качестве рабочей текучей среды используется пар среднего давления, и

увеличения давления пара низкого давления с помощью эжектора, в котором в качестве рабочей текучей среды используется пар высокого давления.

5. Способ производства мочевины по п.4, в котором на одном или обоих из этапа разложения под средним давлением и этапа предварительного нагрева аммиака по меньшей мере часть пара среднего низкого давления, генерируемого на втором этапе генерации пара среднего низкого давления, используют в качестве источника тепла.

6. Способ производства мочевины по п.4 или 5, в котором на этапе разложения под высоким давлением после осуществления нагрева раствора для синтеза мочевины, полученного на этапе синтеза с использованием пара среднего давления в качестве источника тепла, раствор для синтеза мочевины нагревают с использованием в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, генерируемого на втором этапе генерации пара среднего низкого давления.

7. Способ производства мочевины по любому из пп.4-6, в котором на одном или обоих из этапа разложения под средним давлением и этапа предварительного нагрева аммиака в качестве источника тепла используют по меньшей мере часть конденсата пара среднего низкого давления, образованного путем конденсации пара среднего низкого давления, генерируемого на втором этапе генерации пара среднего низкого давления.

8. Способ производства мочевины по любому из пп.1-7, в котором этап синтеза и этап конденсации выполняют в сосуде высокого давления, в котором объединены конденсатор и реактор синтеза.

9. Способ производства мочевины по любому из пп.1-8, включающий этап разложения под средним давлением.

10. Устройство для производства мочевины, содержащее реактор синтеза, выполненный с возможностью синтеза мочевины из аммиака и диоксида углерода с получением раствора для синтеза мочевины;

устройство для разложения под высоким давлением, выполненное с возможностью разложения карбамата аммония путем нагрева раствора для синтеза мочевины, генерируемого в реакторе синтеза, с использованием пара среднего давления в качестве источника тепла, отделения газовой смеси, содержащей аммиак и диоксид углерода, от раствора для синтеза мочевины, и получения конденсата пара среднего давления, причем пар среднего давления имеет давление в диапазоне от 12 до 40 бар;

конденсатор, выполненный с возможностью абсорбции и конденсации по меньшей мере части газовой смеси, полученной в устройстве для разложения под высоким давлением, в абсорбирующей среде, и генерации пара низкого давления с использованием тепла, генерируемого во время конденсации;

первый парогенератор среднего низкого давления, выполненный с возможностью генерации пара среднего низкого давления и конденсата пара среднего низкого давления путем снижения давления конденсата пара среднего давления, полученного в устройстве для разложения под высоким давлением, до среднего низкого давления, которое ниже давления пара среднего давления и выше давления пара низкого давления; и

одно или оба устройства из устройства для разложения под средним давлением и устройства для предварительного нагрева аммиака, причем

устройство для разложения под средним давлением выполнено с возможностью разложения карбамата аммония путем нагрева раствора для синтеза мочевины, полученного в устройстве для разложения под высоким давлением, под давлением, которое ниже давления в устройстве для разложения под высоким давлением, с использованием в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, генерируемого первым парогенератором среднего низкого давления; и отделения газовой

смеси, содержащей аммиак и диоксид углерода, от раствора для синтеза мочевины, причем рабочее давление в устройстве для разложения под средним давлением находится в диапазоне от 3 до 130 бар; и

устройство для предварительного нагрева аммиака выполнено с возможностью нагрева аммиака, подаваемого в реактор синтеза, с использованием в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, генерируемого первым парогенератором среднего низкого давления.

11. Устройство для производства мочевины по п.10, в котором устройство для разложения под высоким давлением выполнено с возможностью, после осуществления нагрева раствора для синтеза мочевины, генерируемого в реакторе синтеза, с использованием в качестве источника тепла пара среднего давления, нагрева раствора для синтеза мочевины с использованием в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, генерируемого первым парогенератором среднего низкого давления.

12. Устройство для производства мочевины по п.10 или 11, в котором одно или оба из устройства для разложения под средним давлением и устройства для предварительного нагрева аммиака выполнены с возможностью использования в качестве источника тепла по меньшей мере части одного или обоих из следующего: конденсата пара среднего низкого давления, генерируемого первым парогенератором среднего низкого давления, и конденсата пара средненизкого давления, генерируемого путем конденсации пара среднего низкого давления, генерируемого первым парогенератором среднего низкого давления.

13. Устройство для производства мочевины по любому из пп.10-12, содержащее второй парогенератор среднего низкого давления, выполненный с возможностью генерации пара среднего низкого давления, имеющего давление, которое ниже давления пара среднего давления и выше давления пара низкого давления; причем

второй парогенератор среднего низкого давления содержит один или оба из следующих:

эжектор для увеличения давления пара низкого давления с использованием в качестве рабочей текучей среды пара среднего давления и

эжектор для увеличения давления пара низкого давления с использованием в качестве рабочей текучей среды пара высокого давления.

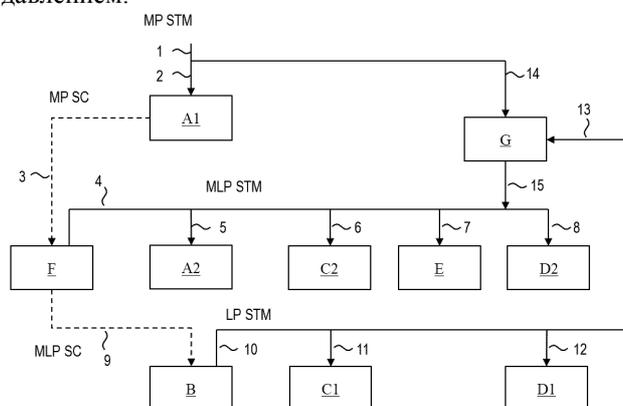
14. Устройство для производства мочевины по п.13, в котором одно или оба из устройства для разложения под средним давлением и устройства для предварительного нагрева аммиака выполнены с возможностью использования в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, генерируемого вторым парогенератором среднего низкого давления.

15. Устройство для производства мочевины по п.13 или 14, в котором устройство для разложения под высоким давлением выполнено с возможностью после осуществления нагрева раствора для синтеза мочевины, полученного в реакторе синтеза с использованием в качестве источника тепла пара среднего давления, нагрева раствора для синтеза мочевины с использованием в качестве источника тепла по меньшей мере части пара среднего низкого давления, генерируемого вторым парогенератором среднего низкого давления.

16. Устройство для производства мочевины по любому из пп.13-15, в котором одно или оба из устройства для разложения под средним давлением и устройства для предварительного нагрева аммиака выполнены с возможностью использования в качестве источника тепла по меньшей мере части конденсата пара среднего низкого давления, образованного путем конденсации пара среднего низкого давления, генерируемого вторым парогенератором среднего низкого давления.

17. Устройство для производства мочевины по любому из пп.10-16, в котором реактор синтеза и конденсатор объединены в одном сосуде высокого давления.

18. Устройство для производства мочевины по любому из пп.10-17, содержащее устройство для разложения под средним давлением.



Фиг. 1

