



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006119603/04, 05.06.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.06.2006

(45) Опубликовано: 10.11.2007 Бюл. № 31

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2233836 C2, 10.08.2004. EP 0751121
A2, 02.01.1997. US 3691729 A, 19.09.1972. US
5886222 A, 23.03.1999.

Адрес для переписки:

606008, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул.
Грибоедова, 31, ОАО НИИК, ген.директору
Н.М.Кузнецову

(72) Автор(ы):

Сергеев Юрий Андреевич (RU),
Андержанов Ринат Венерович (RU),
Воробьев Александр Андреевич (RU),
Аксенова Елена Юрьевна (RU),
Солдатов Алексей Владимирович (RU),
Прокопьев Александр Алексеевич (RU),
Костин Олег Николаевич (RU),
Кузнецов Николай Михайлович (RU),
Есин Игорь Вениаминович (RU)

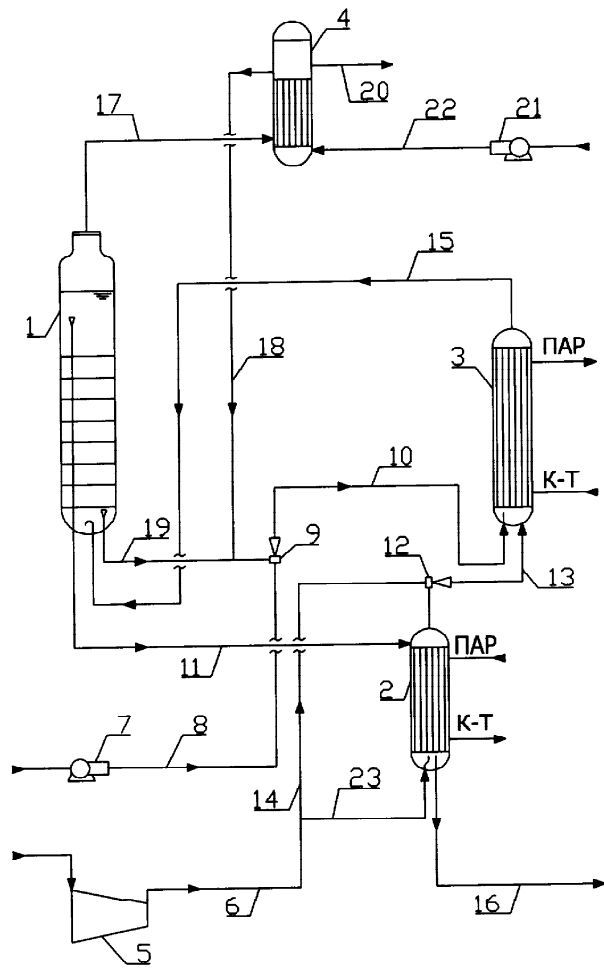
(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество "Научно-
исследовательский и проектный институт
карбамида и продуктов органического синтеза"
(ОАО НИИК) (RU)(54) СПОСОБ И УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАРБАМИДА И СПОСОБ МОДЕРНИЗАЦИИ
УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАРБАМИДА

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам и устройствам для получения карбамида из аммиака и диоксида углерода. При осуществлении способа реакционную смесь из реактора синтеза подают в стриппер для частичного разложения карбамата аммония в токе исходного диоксида углерода при давлении, практически равном давлению в реакторе синтеза. Поток исходного диоксида углерода разделяют на две части, одну из которых направляют в стриппер, а другую часть используют в качестве рабочего потока для инжектирования газового потока из стриппера в вертикальный конденсатор. Жидкостный поток из стриппера подают на стадии последующего разложения карбамата аммония, а газовый поток из стриппера инжектируют в нижнюю часть вертикального конденсатора для его смешения с исходным жидким аммиаком. Жидкостный поток из вертикального конденсатора подают в реактор синтеза, а из газового потока абсорбируют аммиак и диоксид углерода. Установка для получения карбамида включает реактор синтеза, скруббер для очистки газовых потоков из реактора от аммиака и диоксида углерода, стриппер для частичного разложения карбамата аммония, вертикальный

конденсатор, в котором происходит смешение газового потока из стриппера с исходным жидким аммиаком. Стриппер подключен к линиям подачи жидкостного потока из реактора и потока исходного диоксида углерода, а также оборудован средством для инжектирования газового потока из стриппера в вертикальный конденсатор частью потока исходного диоксида углерода. По жидкостному потоку стриппер связан с аппаратами для последующего разложения карбамата аммония и выделения карбамида. Способ модернизации установки для получения карбамида заключается в подключении реактора синтеза к стрипперу для частичного разложения карбамата аммония в токе исходного диоксида углерода, в оборудовании стриппера средствами для инжектирования газового потока из стриппера в вертикальный конденсатор частью потока исходного диоксида углерода, а также в наличии линии подачи газовой смеси после инжектора и линии подачи исходного жидкого аммиака в нижнюю часть вертикального конденсатора. Технический результат - увеличение степени конверсии исходных реагентов в карбамид при сокращении масштаба рециркуляции неконвертированных реагентов. 3 н. и 8 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

C07C 273/04 (2006.01)*B01J 12/02* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2006119603/04, 05.06.2006**(24) Effective date for property rights: **05.06.2006**(45) Date of publication: **10.11.2007 Bull. 31**

Mail address:

**606008, Nizhegorodskaja obl., g. Dzerzhinsk,
ul. Griboedova, 31, OAO NIIK, gen.direktoru
N.M.Kuznetsovu**

(72) Inventor(s):

**Sergeev Jurij Andreevich (RU),
Anderzhanov Rinat Venerovich (RU),
Vorob'ev Aleksandr Andreevich (RU),
Aksenova Elena Jur'evna (RU),
Soldatov Aleksej Vladimirovich (RU),
Prokop'ev Aleksandr Alekseevich (RU),
Kostin Oleg Nikolaevich (RU),
Kuznetsov Nikolaj Mikhajlovich (RU),
Esin Igor' Veniaminovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Nauchno-
issledovatel'skij i proektnyj institut
karbamida i produktov organicheskogo sinteza"
(OAO NIIK) (RU)**

(54) **METHOD AND THE INSTALLATION FOR PRODUCTION OF CARBAMIDE AND THE METHOD OF UPGRADING OF THE INSTALLATION FOR PRODUCTION OF CARBAMIDE**

(57) Abstract:

FIELD: chemical industry; methods and devices for production of carbamide.

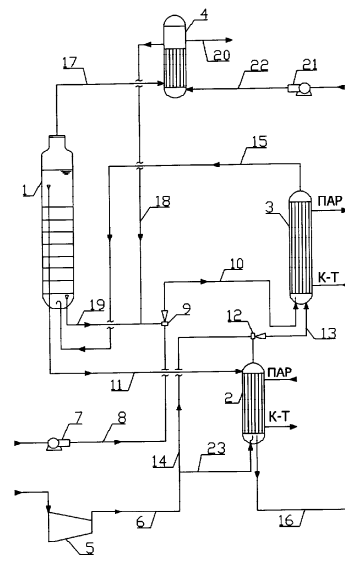
SUBSTANCE: the invention is pertaining to the methods and devices for production of carbamide from ammonia and carbon dioxide. At realization of the method the reaction mixture from the synthesis reactor is fed in the stripper for the partial decomposition of the ammonium carbamate in the flow of the source carbon dioxide at the pressure practically equal to the pressure in the synthesis reactor. The stream of the source carbon dioxide is divided into two parts, one of which is routed into the stripper, and the other part is used as the working stream for injection of the gas stream from the stripper into the vertical condenser. The liquid stream from the stripper is fed at the stage of the subsequent decomposition of the ammonium carbamate, and the gaseous stream from the stripper is injected into the lower part of the vertical condenser for its mixing with source liquid ammonia. The liquid stream from the vertical condenser is fed into the synthesis reactor, butt from the gaseous stream absorb ammonia and carbon dioxide. The installation for production of carbamide consists of: the synthesis reactor; the scrubber for purification of the gaseous streams from the reactor from ammonia and carbon dioxide; the

stripper for the partial decomposition of the ammonium carbamate; the vertical condenser, in which the mixing of the gas stream from the stripper with the source liquid ammonia takes place. The stripper is connected to the lines of feeding of the fluid stream from the reactor and the stream of the source carbon dioxide, and also is equipped with tool for injection of the gaseous stream from the stripper into the vertical condenser by the part of the stream of the source carbon dioxide. By the liquid stream the stripper is linked with the apparatuses for the subsequent decomposition of the ammonium carbamate and extraction of carbamide. The method of upgrading of the installation for production of carbamide consists in connection of the reactor of the synthesis to the stripper for the partial decomposition of the ammonium carbamate in the flow of the source carbon dioxide, in equipping the stripper with the tools for injection of the gaseous stream from the stripper into the vertical condenser with the part of the stream of the source carbon dioxide, and also in the availability of the lines of delivery of the gaseous mixture after the injector and the feeding line of the source liquid ammonia into the lower part of the vertical condenser. The technical result of the invention is the increased degree of conversion of the source

reagents into carbamide at reduction of the scale of recirculation of the non-converted reactants.

EFFECT: the invention ensures the increased degree of conversion of the source reagents into carbamide at reduction of the scale of recirculation of the non-converted reactants.

11 cl, 2 ex, 2 dwg



Фиг. 1

RU 2309947 C1

RU 2309947 C1

Изобретение относится к способам и устройствам для получения карбамида из аммиака и диоксида углерода.

Известны способы получения карбамида, включающие взаимодействие аммиака и диоксида углерода в реакторе синтеза при повышенных температуре и давлении с образованием реакционной смеси, содержащей карбамид, карбамат аммония (далее - карбамат) и свободный аммиак в водном растворе, последующую подачу реакционной смеси в стриппер для частичного разложения карбамата и частичного выделения свободного аммиака в токе исходного диоксида углерода при давлении, практически равному давлению в реакторе синтеза, с получением газового потока, включающего аммиак и диоксид углерода, и жидкостного потока, включающего карбамид и остаточный карбамат в водном растворе, подачу жидкостного потока из стриппера на стадии последующего разложения карбамата, отделения аммиака и диоксида углерода и выделения карбамида, подачу газового потока из стриппера на стадию частичной абсорбции-конденсации при давлении, практически равному давлению в реакторе синтеза, подачу образующегося на этой стадии жидкостного потока в реактор синтеза (Д.М.Горловский и др. Технология карбамида. - М.: Химия, 1981, с.151-168).

Наиболее близким к предложенному способу является способ получения карбамида, включающий взаимодействие аммиака и диоксида углерода в реакторе синтеза при повышенных температуре и давлении с образованием реакционной смеси, содержащей карбамид, карбамат и свободный аммиак в водном растворе, последующую подачу реакционной смеси в стриппер для частичного разложения карбамата и частичного выделения свободного аммиака в токе исходного диоксида углерода при давлении, практически равному давлению в реакторе синтеза, с получением газового потока, включающего аммиак и диоксид углерода, и жидкостного потока, включающего карбамид и остаточный карбамат в водном растворе, подачу жидкостного потока из стриппера на стадии последующего разложения карбамата, отделения аммиака и диоксида углерода и выделения карбамида, подачу части газового потока из стриппера в нижнюю часть вертикального конденсатора для его смешения с исходным жидким аммиаком и частичной абсорбции-конденсации при давлении, практически равному давлению в реакторе синтеза, подачу другой части газового потока из стриппера в реактор синтеза, подачу образующегося в вертикальном конденсаторе жидкостного потока в реактор синтеза, очистку от аммиака и диоксида углерода газовых потоков из реактора синтеза и вертикального конденсатора, содержащих, в основном, инертные газы, водным абсорбентом при давлении, практически равному давлению в реакторе синтеза (RU 2233836, C07C 273/04, 2004).

Известны установки для получения карбамида, включающие реактор синтеза, стриппер для частичного разложения карбамата и частичного выделения свободного аммиака в токе исходного диоксида углерода, конденсатор для частичной абсорбции-конденсации газового потока из стриппера, средства для подачи исходных аммиака и диоксида углерода, средства для подачи жидкостного потока из реактора в стриппер, газового потока из стриппера в конденсатор, жидкостного потока из конденсатора в реактор, жидкостного потока из стриппера и газовых потоков из реактора синтеза и конденсатора в аппараты для осуществления процессов последующего разложения карбамата и выделения карбамида (Д.М.Горловский и др. Технология карбамида. - М.: Химия, 1981, с.151-168).

Наиболее близкой к предложенной установке является установка для получения карбамида, включающая реактор синтеза, стриппер для частичного разложения карбамата и частичного выделения свободного аммиака в токе исходного диоксида углерода, вертикальный конденсатор для смешения газового потока из стриппера с исходным жидким аммиаком и его частичной абсорбции-конденсации, скруббер для очистки от аммиака и диоксида углерода газовых потоков из реактора синтеза и вертикального конденсатора, средства для подачи жидкостного потока из реактора и исходного диоксида углерода в стриппер, части газового потока из стриппера в реактор синтеза, другой части газового потока из стриппера в нижнюю часть вертикального конденсатора, жидкостного потока из

вертикального конденсатора в реактор, жидкостного потока из стриппера в аппараты для осуществления процессов последующего разложения карбамата и выделения карбамида, газовых потоков из реактора синтеза и вертикального конденсатора в скруббер. Данная известная установка предназначена для осуществления описанного выше известного

5 способа (RU 2233836, C07C 273/04, 2004).

Наиболее близким к предложенному способу является способ модернизации установки для получения карбамида, включающей реактор синтеза, стриппер для частичного разложения карбамата аммония и частичного выделения свободного аммиака в токе

10 исходного диоксида углерода, вертикальный конденсатор для смешения газового потока из стриппера с исходным жидким аммиаком и его частичной абсорбции-конденсации, скруббер для очистки от аммиака и диоксида углерода газовых потоков из реактора синтеза и вертикального конденсатора, средства для подачи исходного диоксида углерода и жидкостного потока из реактора в стриппер, жидкостного потока из вертикального

15 конденсатора в реактор, жидкостного потока из стриппера в аппараты для осуществления процессов последующего разложения карбамата аммония и выделения карбамида, газового потока из реактора синтеза в скруббер, введением в установку средства для подачи части газового потока из стриппера в реактор синтеза, другой части газового потока из стриппера в нижнюю часть вертикального конденсатора (RU 2233836, C07C 273/04, 2004).

При осуществлении известного способа на известной установке подача части газов из стриппера в реактор уменьшает количество тепла, которое можно было бы утилизировать в вертикальном конденсаторе, а также смещает гидродинамический режим в реакторе в сторону режима идеального смешения, уменьшая тем самым эффективное время

25 пребывания реагирующих веществ в реакторе. Большое количество распределяемых потоков высокого давления создает существенные трудности в управлении процессом, в значительной степени связанные с тем, что узел синтеза (реактор, стриппер, конденсатор и скруббер) представляет собой систему аппаратов, находящихся практически под единым давлением, и движение потоков в этой системе подчиняется законам гидравлики.

Техническая задача, на решение которой направлено изобретение, состоит в таком перераспределении потоков в узле синтеза, которое позволило бы увеличить степень конверсии исходных реагентов в карбамид и, соответственно, сократить масштаб рециркуляции не конвертированных реагентов.

Для решения этой задачи предложен способ получения карбамида, включающий

35 взаимодействие аммиака и диоксида углерода в реакторе синтеза при повышенных температуре и давлении с образованием реакционной смеси, содержащей карбамид, карбамат и свободный аммиак в водном растворе, последующую подачу реакционной смеси в стриппер для частичного разложения карбамата и частичного выделения свободного аммиака в токе исходного диоксида углерода при давлении, практически

40 равном давлению в реакторе синтеза, с получением газового потока, включающего аммиак и диоксид углерода, и жидкостного потока, включающего карбамид и остаточный карбамат в водном растворе, подачу жидкостного потока из стриппера на стадии последующего разложения карбамата, отделения аммиака и диоксида углерода и выделения карбамида, подачу газового потока из стриппера в нижнюю часть вертикального конденсатора для его

45 смешения с исходным жидким аммиаком и частичной абсорбции-конденсации при давлении, практически равном давлению в реакторе синтеза, подачу образующегося в вертикальном конденсаторе жидкостного потока в реактор синтеза, очистку от аммиака и диоксида углерода газовых потоков из реактора синтеза и вертикального конденсатора, содержащих, в основном, инертные газы, водным абсорбентом при давлении, практически

50 равном давлению в реакторе синтеза, отличающийся тем, что поток исходного диоксида углерода разделяют на две части, одну из которых направляют в стриппер, а другую часть используют в качестве рабочего потока для инжектирования газового потока из стриппера в вертикальный конденсатор. При осуществлении способа часть газового

потока, выходящего из стриппера, можно рециркулировать в стриппер, например, смешивая его с частью потока исходного диоксида углерода, направляемого в стриппер, для инжектирования рециркулируемого потока. Газовый поток из вертикального конденсатора, содержащий, в основном, инертные газы, может быть направлен в реактор синтеза.

Для решения указанной технической задачи предложена также установка для получения карбамида, включающая реактор синтеза, стриппер для частичного разложения карбамата и частичного выделения свободного аммиака в токе исходного диоксида углерода, вертикальный конденсатор для смешения газового потока из стриппера с исходным жидким аммиаком и его частичной абсорбции-конденсации, скруббер для очистки от аммиака и диоксида углерода газовых потоков из реактора синтеза и вертикального конденсатора, средства для подачи исходного диоксида углерода и жидкостного потока из реактора в стриппер, исходного аммиака и газового потока из стриппера в нижнюю часть вертикального конденсатора, жидкостного потока из вертикального конденсатора в реактор, жидкостного потока из стриппера в аппараты для осуществления процессов последующего разложения карбамата аммония и выделения карбамида, газового потока из реактора синтеза в скруббер, отличающаяся тем, что она содержит средства для инжектирования газового потока из стриппера в вертикальный конденсатор частью потока исходного диоксида углерода. Установка может содержать средства для рециркуляции в стриппер части газового потока, выходящего из стриппера, например, в виде инжектора, рабочим потоком в котором является часть потока исходного диоксида углерода, направляемого в стриппер. Установка может содержать также средства для подачи в реактор синтеза газового потока, выходящего из вертикального конденсатора и содержащего, в основном, инертные газы, и/или средства для интенсификации смешения исходного аммиака и газового потока из стриппера в нижней части вертикального конденсатора.

Для решения указанной технической задачи предложен также способ модернизации установки для получения карбамида, включающей реактор синтеза, стриппер для частичного разложения карбамата и частичного выделения свободного аммиака в токе исходного диоксида углерода, вертикальный конденсатор для смешения газового потока из стриппера с исходным жидким аммиаком и его частичной абсорбции-конденсации, скруббер для очистки от аммиака и диоксида углерода газовых потоков из реактора синтеза и вертикального конденсатора, средства для подачи исходного диоксида углерода и жидкостного потока из реактора в стриппер, исходного аммиака и газового потока из стриппера в нижнюю часть вертикального конденсатора, жидкостного потока из вертикального конденсатора в реактор, жидкостного потока из стриппера в аппараты для осуществления процессов последующего разложения карбамата и выделения карбамида, газового потока из реактора синтеза в скруббер, отличающийся тем, что в установку вводят средства для инжектирования газового потока из стриппера в вертикальный конденсатор частью потока исходного диоксида углерода. В установку могут также быть введены средства для подачи газового потока из вертикального конденсатора в реактор, и/или средства для рециркуляции в стриппер части газового потока, выходящего из стриппера, и/или средства для интенсификации смешения исходного аммиака и газового потока из стриппера в нижней части вертикального конденсатора.

Технический результат, возникающий при использовании предложенного способа и предложенной установки, состоит в следующем. Благодаря разделению потока исходного диоксида углерода на две части и подаче всего потока газов из стриппера в вертикальный конденсатор, соотношение между количествами компонентов, отгоняемыми в стриппере, изменяется таким образом, что в жидкостном потоке, выводимом из вертикального конденсатора в реактор, увеличивается количество аммиака и уменьшается количество воды. Вследствие этого возрастает степень превращения исходных реагентов в карбамид, уменьшается нагрузка на последующие стадии разделения реакционной смеси и рециркуляции не прореагировавших веществ и, соответственно, энергетические затраты на

осуществление этих процессов. Одновременно улучшается управляемость системой синтеза.

Для осуществления способа получения карбамида могут быть использованы как новые установки, так и существующие, модифицированные предложенным способом.

5 Сущность изобретения иллюстрируется прилагаемыми фиг.1 и 2. На фиг.1 изображена принципиальная технологическая схема конкретного воплощения предложенной установки, реализующей предложенный способ. На фиг.2 изображена принципиальная
10 технологическая схема варианта конкретного воплощения предложенной установки, включающего средства для рециркуляции в стриппер части газового потока, выходящего из стриппера.

Установка, изображенная на фиг.1, включает реактор синтеза карбамида 1, стриппер 2, вертикальный конденсатор 3, скруббер 4, компрессор 5 для подачи диоксида углерода в установку по трубопроводу 6, насос 7 для подачи аммиака в вертикальный конденсатор по
15 трубопроводу 8 через эжектор 9 и далее по трубопроводу 10, трубопровод 11 для подачи жидкостного потока из реактора в стриппер, эжектор 12 для подачи газового потока из стриппера в нижнюю часть вертикального конденсатора по трубопроводу 13 с помощью
20 части потока исходного диоксида углерода, отбираемой из трубопровода 6 по трубопроводу 14, трубопровод 15 для подачи газожидкостного потока из вертикального конденсатора в реактор, трубопровод 16 для подачи жидкостного потока из стриппера в
25 аппараты для осуществления процессов последующего разложения карбамата и выделения карбамида, трубопровод 17 для подачи газового потока из реактора в скруббер, трубопровод 18 для подачи жидкостного потока из скруббера в эжектор 9, трубопровод 19 для подачи небольшой части жидкостного потока из реактора в эжектор 9, трубопровод 20 для передачи газов, не абсорбированных в скруббере, в аппараты для
30 абсорбции газов, выделенных в аппаратах для последующего разложения карбамата аммония, насос 21 для подачи в скруббер по трубопроводу 22 рециркулируемого раствора углеаммонийных солей (УАС) из аппаратов для абсорбции газов, выделенных в аппаратах для последующего разложения карбамата аммония, трубопровод 23 для подачи диоксида
35 углерода в стриппер из трубопровода 6.

Установка, изображенная на фиг.2, в отличие от установки, изображенной на фиг.1, содержит эжектор 24 для рециркуляции части газового потока из стриппера в нижнюю его часть по трубопроводу 25. Рабочим потоком в эжекторе является поток исходного диоксида углерода, поступающий по трубопроводам 6 и 23; смешанный поток поступает в нижнюю часть стриппера по трубопроводу 26.

Сущность изобретения иллюстрируется также приведенными ниже примерами осуществления предложенного способа получения карбамида с использованием предложенной установки, а также предложенного способа модернизации установки карбамида.

Пример 1. В соответствии с фиг.1 поток исходного диоксида углерода в количестве
40 47214 кг/ч (с примесью инертнов) с температурой 100°C компрессором 5 по трубопроводу 6 подают в узел синтеза. Часть диоксида углерода в количестве 30840 кг/ч направляют в нижнюю часть стриппера 2 по трубопроводу 23 в качестве стриппинг-агента. В верхнюю часть стриппера по трубопроводу 11 подают 182770 кг/ч жидкостного потока из реактора синтеза карбамида 1 с температурой 185°C (NH_3 56355 кг/ч, CO_2 28050 кг/ч, карбамид
45 63940 кг/ч, H_2O 34425 кг/ч). Под действием пара с температурой 195°C и давлением 20 кгс/см², подаваемого в межтрубное пространство стриппера 2 в количестве 48,5 т/ч, в трубках стриппера происходит отгонка компонентов в токе газов. 115724 кг/ч раствора после отгонки с температурой 168°C (NH_3 9862 кг/ч, CO_2 10940 кг/ч, карбамид 63940
50 кг/ч, H_2O 30983 кг/ч) по трубопроводу 16 направляют на стадию последующей дистилляции. Газовый поток из стриппера 2 с температурой 187°C и давлением 140 кгс/см² (NH_3 46493 кг/ч, CO_2 47716 кг/ч, H_2O 3443 кг/ч) в количестве 97886 кг/ч поступает в эжектор 12 в качестве инжектируемого потока. Рабочим потоком в эжекторе 12 является исходный диоксид углерода (с примесью инертнов) с температурой 100°C и давлением 145 кгс/см²,

поступающий по трубопроводу 14 в количестве 16374 кг/ч. Смешанный поток (114260 кг/ч; NH₃ 46493 кг/ч, CO₂ 63966 кг/ч, H₂O 3443 кг/ч) с температурой 182°C по трубопроводу 13 поступает в специальное смешивающее устройство в нижней камере вертикального конденсатора 3. В эту же камеру по трубопроводу 10 поступает жидкостный поток из эжектора 9. В эжекторе 9 рабочим потоком является жидкий аммиак с температурой 22°C (36447 кг/ч), подаваемый насосом 7 по трубопроводу 8, а инжектируемым - раствор УАС из скруббера 4 с температурой 165°C (48878 кг/ч; NH₃ 18714 кг/ч, CO₂ 17413 кг/ч, H₂O 12561 кг/ч), поступающий по трубопроводу 18. При необходимости для улучшения условий проведения процесса в вертикальном конденсаторе 3 в эжектор 9 по трубопроводу 19 может подсасываться небольшое количество жидкостного потока из реактора синтеза карбамида 1. В вертикальном конденсаторе 3 происходит образование карбамата; при этом в межтрубном пространстве генерируется пар низких параметров (50,6 т/ч). Вертикальный конденсатор 3 работает в затопленном режиме. Газовая и жидкая фазы движутся в трубках прямотоком снизу вверх. В конденсаторе частично происходит образование карбамида (степень конверсии CO₂ в карбамид до 20%). Образовавшаяся в конденсаторе 3 газожидкостная смесь с температурой 171°C по трубопроводу 15 поступает в реактор синтеза карбамида 1 (199584 кг/ч; NH₃ 91073 кг/ч, CO₂ 67867 кг/ч, карбамид 18862 кг/ч, H₂O 21604 кг/ч). В реакторе синтеза карбамида, где поддерживают температуру 185°C, происходит дальнейшее образование карбамида. При этом непрореагировавшие и избыточные газы отводятся в верхней части реактора, а полученный плав карбамида направляется в стриппер 2 через переливную трубу. Газы с температурой 183°C (16814 кг/ч; NH₃ 9174 кг/ч, CO₂ 6580 кг/ч, H₂O 703 кг/ч, инертны 358 кг/ч) по трубопроводу 17 поступают в скруббер 4. В скруббер насосом 21 по трубопроводу 22 подают рециркулируемый раствор УАС с температурой 80°C (34425 кг/ч; NH₃ 11207 кг/ч, CO₂ 11121 кг/ч, H₂O 11907 кг/ч). В скруббере происходит конденсация газов, отходящих из реактора. Несконденсировавшиеся газы с температурой 165°C (2362 кг/ч; NH₃ 1667 кг/ч, CO₂ 287 кг/ч, H₂O 49 кг/ч, инертны 358 кг/ч) направляют по трубопроводу 20 в узел абсорбции, полученный раствор - по трубопроводу 18 в эжектор 9 на смешение с жидким аммиаком. По сравнению с прототипом степень конверсии CO₂ в карбамид увеличивается с 62 до 62,5%, расход пара в стриппере уменьшается на 3,6%, нагрузка на скруббер по газу сокращается в 1,35 раза.

Пример 2. Установка для получения карбамида согласно фиг.5 из описания RU 2233836 модернизирована следующим образом. Поток исходного диоксида углерода, ранее направлявшийся непосредственно в стриппер, разделен на две части. Одна из этих частей использована в качестве рабочего потока для инжектирования части газов, выходящих из стриппера, в нижнюю часть вертикального конденсатора, а другая часть использована в качестве рабочего потока в эжекторе для возврата другой части газов, выходящих из стриппера, в нижнюю часть последнего. Газожидкостный поток из верхней части вертикального конденсатора направлен без разделения фаз в нижнюю часть реактора. Схема после модернизации соответствует фиг.2. Поток исходного диоксида углерода в количестве 47214 кг/ч (с примесью инертных) с температурой 100°C компрессором 5 подают в узел синтеза. Часть диоксида углерода в количестве 11294 кг/ч с температурой 100°C и давлением 145 кгс/см² направляют по трубопроводу 6 и далее по трубопроводу 23 через эжектор 24 и трубопровод 26 в нижнюю часть стриппера 2 в качестве стриппинг-агента. В верхнюю часть стриппера по трубопроводу 11 подают 182770 кг/ч жидкостного потока из реактора синтеза карбамида 1 с температурой 185°C (NH₃ 56355 кг/ч, CO₂ 28050 кг/ч, карбамид 63940 кг/ч, H₂O 34425 кг/ч). Под действием пара с температурой 195°C и давлением 20 кгс/см², подаваемого в межтрубное пространство стриппера 2 в количестве 46,7 т/ч, в трубках стриппера происходит отгонка компонентов в токе диоксида углерода. 115724 кг/ч раствора после отгонки с температурой 168°C (NH₃ 9862 кг/ч, CO₂ 10940 кг/ч, карбамид 63940 кг/ч, H₂O 30983 кг/ч) по трубопроводу 16 направляют на стадию последующей дистилляции. Газовый поток выходит из стриппера 2 с температурой 187°C

и давлением 140 кгс/см² (NH₃ 65362 кг/ч, CO₂ 39821 кг/ч, H₂O 4840 кг/ч) в количестве 110134 кг/ч. Часть этого газового потока (31794 кг/ч; NH₃ 18869 кг/ч, CO₂ 11503 кг/ч, H₂O 1397 кг/ч) по трубопроводу 25 поступает в эжектор 24 в качестве инжектируемого потока. Смешанный поток (43088 кг/ч; NH₃ 18869 кг/ч, CO₂ 22711 кг/ч, H₂O 1397 кг/ч) с температурой 179°C по трубопроводу 26 поступает в нижнюю часть стриппера 2. Остальная часть выходящих из стриппера газов с температурой 187°C (78340 кг/ч; NH₃ 46493 кг/ч, CO₂ 28319 кг/ч, H₂O 3443 кг/ч) в качестве инжектируемого потока поступает в эжектор 12, рабочим потоком в котором является свежий диоксид углерода (с примесью инертных) с температурой 100°C и давлением 145 кгс/см² (35920 кг/ч), поступающий по трубопроводу 14. Смешанный поток (114260 кг/ч; NH₃ 46493 кг/ч, CO₂ 63966 кг/ч, H₂O 3443 кг/ч) с температурой 177°C поступает по трубопроводу 13 в специальное смешивающее устройство в нижней камере вертикального конденсатора 3. В эту же камеру по трубопроводу 10 поступает жидкостный поток из эжектора 9. В эжекторе 9 рабочим потоком является жидкий аммиак с температурой 22°C (36447 кг/ч), подаваемый насосом 7 по трубопроводу 8, а инжектируемым - раствор УАС из скруббера 4 с температурой 165°C (48878 кг/ч; NH₃ 18714 кг/ч, CO₂ 17413 кг/ч, H₂O 12561 кг/ч), поступающий по трубопроводу 18. При необходимости для улучшения условий проведения процесса в вертикальном конденсаторе 3 в эжектор 9 по трубопроводу 19 может подсасываться небольшое количество жидкостного потока из реактора синтеза карбамида 1. В вертикальном конденсаторе 3 происходит образование карбамата аммония; при этом в межтрубном пространстве генерируется пар низких параметров (51,6 т/ч). Вертикальный конденсатор 3 работает в затопленном режиме. Газовая и жидкая фазы движутся в трубках прямотоком снизу вверх. В конденсаторе частично происходит образование карбамида (степень конверсии CO₂ в карбамид до 20%). Образовавшаяся в конденсаторе 3 газожидкостная смесь с температурой 171°C по трубопроводу 15 поступает в реактор синтеза карбамида 1 (199584 кг/ч; NH₃ 91073 кг/ч, CO₂ 67867 кг/ч, карбамид 18862 кг/ч, H₂O 21604 кг/ч). В реакторе синтеза карбамида, где поддерживают температуру 185°C, происходит дальнейшее образование карбамида. При этом непрореагировавшие и избыточные газы отводятся в верхней части реактора, а полученный плав карбамида направляется в стриппер 2 через переливную трубу. Газы с температурой 183°C (16814 кг/ч; NH₃ 9174 кг/ч, CO₂ 6580 кг/ч, H₂O 703, инертные 358 кг/ч) по трубопроводу 17 поступают в скруббер 4. В скруббер насосом 21 по трубопроводу 22 подают рециркулируемый раствор УАС с температурой 80°C (34425 кг/ч; NH₃ 11207 кг/ч, CO₂ 11121 кг/ч, H₂O 11907 кг/ч). В скруббере происходит конденсация газов, отходящих из реактора. Несконденсировавшиеся газы с температурой 165°C (2362 кг/ч; NH₃ 1667 кг/ч, CO₂ 287 кг/ч, H₂O 49 кг/ч, инертные 358 кг/ч) направляют по трубопроводу 20 в узел абсорбции, полученный раствор - по трубопроводу 18 в эжектор 9 на смешение с жидким аммиаком. По сравнению с прототипом степень конверсии CO₂ в карбамид увеличивается с 62 до 62,5%, расход пара в стриппере уменьшается на 7,6%, нагрузка на скруббер по газу сокращается в 1,35 раза.

Формула изобретения

1. Способ получения карбамида, включающий взаимодействие аммиака и диоксида углерода в реакторе синтеза при повышенных температуре и давлении с образованием реакционной смеси, содержащей карбамид, карбамат аммония и свободный аммиак в водном растворе, последующую подачу реакционной смеси в стриппер для частичного разложения карбамата аммония и частичного выделения свободного аммиака в токе исходного диоксида углерода при давлении, практически равном давлению в реакторе синтеза, с получением газового потока, включающего аммиак и диоксид углерода, и жидкостного потока, включающего карбамид и остаточный карбамат аммония в водном растворе, подачу жидкостного потока из стриппера на стадии последующего разложения карбамата аммония, отделения аммиака и диоксида углерода и выделения карбамида,

подачу газового потока из стриппера в нижнюю часть вертикального конденсатора для его смешения с исходным жидким аммиаком и частичной абсорбции-конденсации при давлении, практически равном давлению в реакторе синтеза, подачу образующегося в вертикальном конденсаторе жидкостного потока в реактор синтеза, очистку от аммиака и диоксида углерода газовых потоков из реактора синтеза и вертикального конденсатора, содержащих, в основном, инертные газы, водным абсорбентом при давлении, практически равном давлению в реакторе синтеза, отличающийся тем, что поток исходного диоксида углерода разделяют на две части, одну из которых направляют в стриппер, а другую часть используют в качестве рабочего потока для инжектирования газового потока из стриппера в вертикальный конденсатор.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что часть газового потока, выходящего из стриппера, рециркулируют в стриппер.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что газовый поток из вертикального конденсатора, содержащий, в основном, инертные газы, направляют в реактор синтеза.

4. Установка для получения карбамида, включающая реактор синтеза, стриппер для частичного разложения карбамата аммония и частичного выделения свободного аммиака в токе исходного диоксида углерода, вертикальный конденсатор для смешения газового потока из стриппера с исходным жидким аммиаком и его частичной абсорбции-конденсации, скруббер для очистки от аммиака и диоксида углерода газовых потоков из реактора синтеза и вертикального конденсатора, средства для подачи исходного диоксида углерода и жидкостного потока из реактора в стриппер, исходного аммиака и газового потока из стриппера в нижнюю часть вертикального конденсатора, жидкостного потока из вертикального конденсатора в реактор, жидкостного потока из стриппера в аппараты для осуществления процессов последующего разложения карбамата аммония и выделения карбамида, газового потока из реактора синтеза в скруббер, отличающаяся тем, что она содержит средства для инжектирования газового потока из стриппера в вертикальный конденсатор частью потока исходного диоксида углерода.

5. Установка по п.4, отличающаяся тем, что она содержит средства для рециркуляции в стриппер части газового потока, выходящего из стриппера.

6. Установка по п.4 или 5, отличающаяся тем, что она содержит средства для подачи газового потока из вертикального конденсатора в реактор.

7. Установка по п.4 или 5, отличающаяся тем, что в нижней части вертикального конденсатора она содержит средства для интенсификации смешения исходного аммиака и газового потока из стриппера.

8. Способ модернизации установки для получения карбамида, включающей реактор синтеза, стриппер для частичного разложения карбамата аммония и частичного выделения свободного аммиака в токе исходного диоксида углерода, вертикальный конденсатор для смешения газового потока из стриппера с исходным жидким аммиаком и его частичной абсорбции-конденсации, скруббер для очистки от аммиака и диоксида углерода газовых потоков из реактора синтеза и вертикального конденсатора, средства для подачи исходного диоксида углерода и жидкостного потока из реактора в стриппер, исходного аммиака и газового потока из стриппера в нижнюю часть вертикального конденсатора, жидкостного потока из вертикального конденсатора в реактор, жидкостного потока из стриппера в аппараты для осуществления процессов последующего разложения карбамата аммония и выделения карбамида, газового потока из реактора синтеза в скруббер, отличающийся тем, что в установку вводят средства для инжектирования газового потока из стриппера в вертикальный конденсатор частью потока исходного диоксида углерода.

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что в установку вводят средства для рециркуляции в стриппер части газового потока, выходящего из стриппера.

10. Способ по п.8 или 9, отличающийся тем, что в установку вводят средства для подачи газового потока из вертикального конденсатора в реактор.

11. Способ по п.8 или 9, отличающийся тем, что в установку вводят средства для интенсификации смешения исходного аммиака и газового потока из стриппера в нижней

Части вертикального конденсатора.

5

10

15

20

25

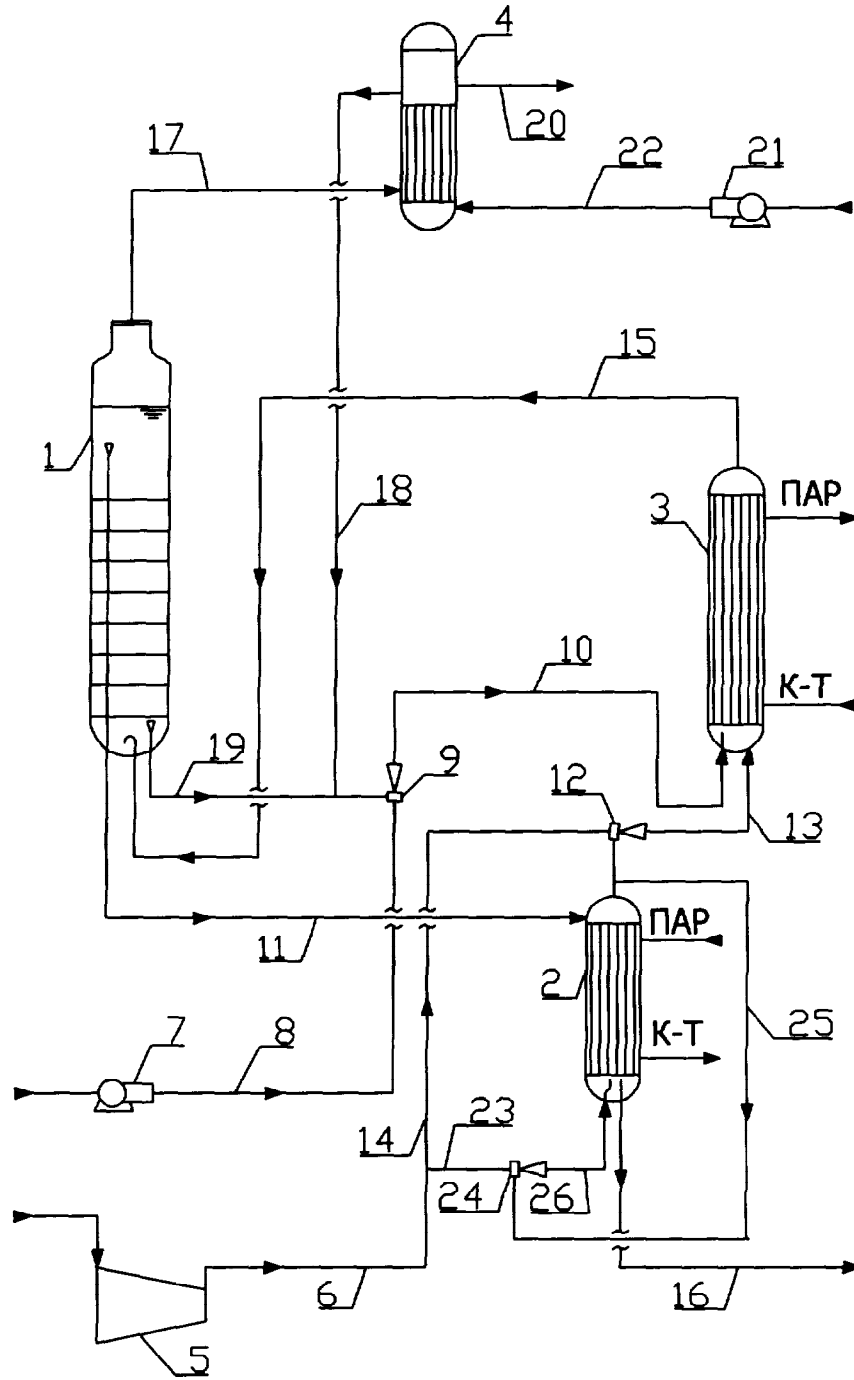
30

35

40

45

50



ФИГ. 2