



Республика Таджикистан

(19) **TJ** (11) **461**

(51) **МПК (2006) C07C**
273/04; B 01 J 10/00

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения** К ПАТЕНТУ

1

(21) 07000915
(22) 20.03.2006
(31) 2005111522
(32) 18.04.2005
(33) RU
(46) Бюл. 51 (3), 2008
(85) 05.07.2007
(86) РСТ/RU2006/000128 от 20.03.2006
(87) WO 2006/112751 от 26.10.2006
(71) ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ КАР-
БАМИДА И ПРОДУКТОВ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА»
(ОАО НИИК) (RU)
(72) Сергеев Ю.А. (RU); Андержанов Р.В. (RU);
Гусев И.В. (RU); Солдатов А.В. (RU); Прокопьев
А.А. (RU); Кузнецов Н.М. (RU); Есин И.В. (RU).
(73) ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ КАР-
БАМИДА И ПРОДУКТОВ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА»
(ОАО НИИК) (RU)
(56) 1. SU 1428191 АЗ (АММОНИЯ КАЗАЛЕ С.А.)
30.09.1988.

2. RU 2117002 С1 (ГЕНДЕЛЬМАН АРОН
БЕРКОВИЧ и др.) 10.08.1998.

(54) **СПОСОБ И УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАРБА-
МИДА**

(57) Изобретение относится к способам и устрой-
ствам для получения карбамида из аммиака и ди-
оксида углерода.

Способ получения карбамида включает взаи-
модействие аммиака и диоксида углерода в зоне
синтеза при повышенных температурах и давлени-
ях с образованием потока плава карбамида, содер-
жащего карбамид, воду, карбамат аммония, амми-
ак и диоксид углерода, дистилляцию потока плава
карбамида при подводе тепла на двух ступенях
давления, предпочтительно при 15-25 и 2-5
кгс/см², с образованием водного раствора карба-
мида и газов дистилляции, причем дистилляцию
плава карбамида на первой ступени давления про-
водят последовательно в двух зонах, в первой из
которых дистилляцию проводят адиабатически
или при подводе тепла, а во второй дистилляцию
проводят при подводе тепла в токе диоксида угле-

2

рода, конденсацию-абсорбцию при охлаждении
газов дистилляции с использованием водных аб-
сорбентов и образованием водных растворов кар-
бамата аммония, рециркуляцию водного раствора
карбамата аммония со стадии конденсации-
абсорбции газов дистилляции второй ступени на
стадию конденсации-абсорбции газов дистилляции
первой ступени и со стадии конденсации-
абсорбции газов дистилляции первой ступени в
зону синтеза, выпаривание водного раствора кар-
бамида в несколько ступеней при теплообмене
между газами дистилляции первой ступени и вод-
ным раствором карбамида на стадии предвари-
тельного выпаривания.

Установка для получения карбамида включает
реактор синтеза карбамида, устройство с подводом
тепла из внешнего источника для дистилляции
плава карбамида, полученного в реакторе синтеза,
на первой ступени давления, состоящее из колон-
ны дистилляции первой ступени и пленочного
теплообменника, устройство с подводом тепла для
дистилляции плава карбамида на второй ступени
давления, аппараты для выпаривания при нагреве
водного раствора карбамида, полученного на вто-
рой ступени дистилляции, устройства для конден-
сации-абсорбции при охлаждении газов дистилля-
ции обеих ступеней, теплообменник-рекуператор
для теплообмена между газами дистилляции пер-
вой ступени и водным раствором карбамида, сред-
ства для подачи аммиака и диоксида углерода в
реактор синтеза карбамида, плава карбамида из
реактора синтеза в колонну дистилляции первой
ступени, из колонны дистилляции первой ступени
в пленочный теплообменник и из пленочного теп-
лообменника в устройство для дистилляции вто-
рой ступени, водного раствора карбамида из
устройства для дистилляции второй ступени в теп-
лообменник-рекуператор и из теплообменника-
рекуператора в аппарат для последующего выпаривания, газов дистилляции из устройства для
дистилляции первой ступени в теплообменник-
рекуператор и из теплообменника-рекуператора в
устройство для конденсации-абсорбции газов дис-

тиллиции первой ступени, газов дистилляции из аппарата для дистилляции второй ступени в устройство для конденсации-абсорбции газов дистилляции второй ступени, раствора карбамата аммония из устройства для конденсации-абсорбции газов дистилляции второй ступени в устройство для конденсации-абсорбции газов дистилляции первой ступени и из устройства для конденсации-

абсорбции газов дистилляции первой ступени в реактор синтеза, средства для подачи диоксида углерода в пленочный теплообменник.

Техническим результатом изобретения является увеличение степени рекуперации тепла производственного цикла и уменьшение количества теплообменников, использующих греющий пар из внешних источников.

Область техники

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

Предшествующий уровень техники

Известны способы получения карбамида взаимодействием аммиака и диоксида углерода при повышенных температурах и давлениях с образованием плава синтеза карбамида, содержащего карбамид, воду, карбамат аммония, аммиак и диоксид углерода, разложением карбамата аммония в плаве синтеза карбамида при подводе тепла на нескольких ступенях давления с образованием водного раствора карбамида и газовых потоков, конденсацией-абсорбцией газовых потоков с использованием водных абсорбентов и образованием водного раствора карбамата аммония (часто называемого также раствором углеаммонийных солей - УАС), рециркулируемого на стадию образования плава синтеза карбамида, выпариванием водного раствора карбамида и получением твердого карбамида (В.И.Кучерявый, В.В.Лебедев. Синтез и применение карбамида, Л.: Химия, 1970, с.187-208).

Наиболее близким к предложенному способу по технической сущности является известный способ получения карбамида взаимодействием аммиака и диоксида углерода в зоне синтеза при повышенных температурах и давлениях с образованием потока плава карбамида, содержащего карбамид, воду, карбамат аммония, аммиак и диоксид углерода, дистилляцией потока плава синтеза карбамида при подводе тепла из внешнего источника на двух ступенях давления, предпочтительно при 15-25 и 2-5 кгс/см², с образованием водного раствора карбамида и газов дистилляции, конденсацией-абсорбцией газов дистилляции с использованием водных абсорбентов и образованием водных растворов карбамата аммония, рециркуляцией водного раствора карбамата аммония со стадии конденсации-абсорбции газов дистилляции второй ступени на стадию конденсации-абсорбции газов дистилляции первой ступени и со стадии конденсации-абсорбции газов дистилляции первой ступени в зону синтеза, выпариванием водного раствора карбамида в несколько ступеней при теплообмене между газами дистилляции первой ступени и водным раствором карбамида на стадии предварительного выпаривания, получением твердого карбамида (US 3366682, 260-555, 1968). В этом способе теплота, выделяющаяся при охлаждении и частичной конденсации газов дистилляции первой ступени, используется для удаления части воды из раствора карбамида, что приводит к снижению общих затрат греющего пара в процессе производства карбамида.

Известны установки для получения карбами-

да, включающие реактор синтеза карбамида, аппараты для дистилляции на нескольких ступенях давления плава карбамида, полученного при синтезе, аппараты для выпаривания водного раствора

карбамида, полученного на последней ступени дистилляции, аппараты для конденсации-абсорбции газов дистилляции, средства для подачи аммиака и диоксида углерода в реактор синтеза карбамида, плава карбамида из реактора синтеза в аппараты для дистилляции, водного раствора карбамида из аппарата для дистилляции последней ступени в аппараты для выпаривания, газов дистилляции из аппаратов для дистилляции в аппараты для конденсации-абсорбции, раствора карбамата аммония из аппарата для дистилляции более низкого давления в аппарат для дистилляции более высокого давления и из аппарата для дистилляции высокого давления в реактор синтеза (В.И.Кучерявый, В.В.Лебедев, Синтез и применение карбамида, Л.: Химия, 1970, с.187-208).

Наиболее близкой к предложенной установке является установка для получения карбамида, включающая реактор синтеза карбамида, устройство с подводом тепла из внешнего источника для дистилляции плава карбамида, полученного в реакторе синтеза, на первой ступени давления, устройство с подводом тепла из внешнего источника для дистилляции плава карбамида на второй ступени давления, аппараты для выпаривания при нагреве водного раствора карбамида, полученного на второй ступени дистилляции, аппараты для конденсации-абсорбции при охлаждении газов дистилляции обеих ступеней, теплообменник-рекуператор для теплообмена между газами дистилляции первой ступени и водным раствором карбамида, средства для подачи аммиака и диоксида углерода в реактор синтеза карбамида, плава карбамида из реактора синтеза в устройство для дистилляции первой ступени и из устройства для дистилляции первой ступени в аппарат для дистилляции второй ступени, водного раствора карбамида из аппарата для дистилляции второй ступени в теплообменник-рекуператор и из теплообменника-рекуператора в аппарат для последующего выпаривания, газов дистилляции из устройства для дистилляции первой ступени в теплообменник-рекуператор и из теплообменника-рекуператора в аппарат для конденсации-абсорбции первой ступени, газов дистилляции из аппарата для дистилляции второй ступени в аппарат для конденсации-абсорбции второй ступени, раствора карбамата аммония из аппарата для конденсации-абсорбции второй ступени в аппарат для конденсации-абсорбции первой ступени и из аппарата для конденсации-абсорбции первой ступени в реактор синтеза (US 3366682, 260-555, 1968). В этой установке, по сравнению с другими известными установками, уменьшено количество теплообменников, использующих энергоносители (греющий пар) из внешних источников.

Раскрытие изобретения

Технический результат, на достижение которого направлено изобретение, состоит в дальнейшем увеличении степени рекуперации тепла про-

изводственного цикла и уменьшении количества теплообменников, использующих греющий пар из внешних источников.

Для достижения этого результата предложен способ получения карбамида взаимодействием аммиака и диоксида углерода в зоне синтеза при повышенных температурах и давлениях с образованием потока плава карбамида, содержащего карбамид, воду, карбамат аммония, аммиак и диоксид углерода, дистиляцией потока плава карбамида при подводе тепла на двух ступенях давления, предпочтительно при 15-25 и 2-5 кгс/см, с образованием водного раствора карбамида и газов дистиляции, конденсацией-абсорбцией при охлаждении газов дистиляции с использованием водных абсорбентов и образованием водных растворов карбамата аммония, рециркуляцией водного раствора карбамата аммония со стадии конденсации-абсорбции газов дистиляции второй ступени на стадию конденсации-абсорбции газов дистиляции первой ступени и со стадии конденсации-абсорбции газов дистиляции первой ступени в зону синтеза, выпариванием водного раствора карбамида в несколько ступеней при теплообмене между газами дистиляции первой ступени и водным раствором карбамида на стадии предварительного выпаривания, отличающийся тем, что дистиляцию плава карбамида на первой ступени давления проводят последовательно в двух зонах, в первой из которых дистиляцию проводят адиабатически или при подводе тепла, а во второй дистиляцию проводят при подводе тепла в токе диоксида углерода.

Для достижения этого результата предложена также установка для получения карбамида, включающая реактор синтеза карбамида, устройство с подводом тепла из внешнего источника для дистиляции плава карбамида, полученного в реакторе синтеза, на первой ступени давления, устройство с подводом тепла для дистиляции плава карбамида на второй ступени давления, аппараты для выпаривания при нагреве водного раствора карбамида, полученного на второй ступени дистиляции, устройства для конденсации-абсорбции при охлаждении газов дистиляции обеих ступеней, теплообменник-рекуператор для теплообмена между газами дистиляции первой ступени и водным раствором карбамида, средства для подачи аммиака и диоксида углерода в реактор синтеза карбамида, плава карбамида из реактора синтеза в устройство для дистиляции первой ступени и из устройства для дистиляции первой ступени в устройство для дистиляции второй ступени, водного раствора карбамида из устройства для дистиляции второй ступени в теплообменник-рекуператор и из теплообменника-рекуператора в аппарат для последующего выпаривания, газов дистиляции из устройства для дистиляции первой ступени в теплообменник-рекуператор и из теплообменника-рекуператора в устройство для конденсации-абсорбции газов дистиляции первой ступени, газов дистиляции из

аппарата для дистиляции второй ступени в устройство для конденсации-абсорбции газов дистиляции второй ступени, раствора карбамата аммония из устройства для конденсации-абсорбции газов дистиляции второй ступени в устройство для конденсации-абсорбции газов дистиляции первой ступени и из устройства для конденсации-абсорбции газов дистиляции первой ступени в реактор синтеза, отличающаяся тем, что устройство для дистиляции первой ступени состоит из колонны дистиляции первой ступени и пленочного теплообменника, и установка содержит дополнительно средства для подачи плава карбамида из колонны дистиляции первой ступени в пленочный теплообменник и средства для подачи диоксида углерода в пленочный теплообменник.

Проведение в предложенном способе и с использованием предложенной установки процесса дистиляции первой ступени в двух зонах, во второй из которых дистиляцию проводят в токе диоксида углерода, позволяет изменить состав газов дистиляции первой ступени - в составе этих газов увеличивается количество диоксида углерода. Это приводит к увеличению термического потенциала этих газов и расширяет возможности использования их тепла вместо подвода тепла из внешнего источника как для нагревания водного раствора карбамида на стадии предварительного выпаривания, так и для нагревания плава карбамида на второй ступени дистиляции. При этом, в зависимости от конкретных условий, процесс дистиляции первой ступени в первой зоне можно проводить как с подводом тепла, так и без него.

В рамках изобретения могут быть реализованы различные его модификации, являющиеся частными случаями его выполнения.

В одной из модификаций способа газы из первой зоны первой ступени дистиляции направляют на стадию конденсации-абсорбции газов дистиляции первой ступени после их теплообмена последовательно с плавом карбамида на второй ступени его дистиляции и с водным раствором карбамида на стадии предварительного выпаривания, а газы из второй зоны первой ступени дистиляции возвращают в первую зону первой ступени дистиляции и/или присоединяют к газам из первой зоны первой ступени дистиляции перед их теплообменом с плавом карбамида на второй ступени его дистиляции. Установка в этом случае, в качестве средств для подачи газов дистиляции из устройства для дистиляции первой ступени в теплообменник-рекуператор, содержит средства для подачи газов дистиляции из колонны дистиляции первой ступени в зону нагрева устройства для дистиляции второй ступени, средства для подачи газов дистиляции из пленочного теплообменника в колонну дистиляции первой ступени и/или в зону нагрева устройства для дистиляции второй ступени и средства для подачи газов дистиляции из зоны нагрева устройства для дистиляции второй ступени в теплообменник-рекуператор.

В другой модификации способа газы из первой зоны первой ступени дистилляции направляют непосредственно на стадию конденсации-абсорбции газов дистилляции первой ступени, а газы из второй зоны первой ступени дистилляции направляют на стадию конденсации-абсорбции газов дистилляции первой ступени после их теплообмена последовательно с плавом карбамида на второй ступени его дистилляции и с водным раствором карбамида на стадии предварительного выпаривания. Установка в этом случае, в качестве средств для подачи газов дистилляции из устройства для дистилляции первой ступени в теплообменник-рекуператор, содержит средства для подачи газов дистилляции из пленочного теплообменника в зону нагрева устройства для дистилляции второй ступени и из зоны нагрева устройства для дистилляции второй ступени в теплообменник-рекуператор и дополнительно содержит средства для подачи газов дистилляции из колонны дистилляции первой ступени непосредственно в устройство для конденсации-абсорбции газов дистилляции первой ступени.

В третьей модификации способа газы из первой зоны первой ступени дистилляции направляют непосредственно на стадию конденсации-абсорбции газов дистилляции первой ступени, а газы из второй зоны первой ступени дистилляции направляют на стадию конденсации-абсорбции газов дистилляции первой ступени после их теплообмена с водным раствором карбамида на стадии предварительного выпаривания. Установка в этом случае, в качестве средств для подачи газов дистилляции из устройства для дистилляции первой ступени в теплообменник-рекуператор, содержит средства для подачи газов дистилляции из пленочного теплообменника в теплообменник-рекуператор и дополнительно содержит средства для подачи газов дистилляции из колонны дистилляции первой ступени непосредственно в устройство для конденсации-абсорбции газов дистилляции первой ступени. Подвод тепла в зону нагрева устройства для дистилляции второй ступени в этом случае осуществляется из внешнего источника.

Краткое описание фигур чертежей

Сущность изобретения иллюстрируется прилагаемыми фиг. 1-3, на которых изображены схемы установок, являющихся конкретными вопло-

состоящее из колонны дистилляции второй ступени 4, рекуперативного теплообменника 5 и сепаратора 6, аппарат для предварительного выпаривания водного раствора карбамида, состоящий из сепаратора 7 и теплообменника-рекуператора 8, устройство 9 для конденсации-абсорбции при охлаждении газов дистилляции второй ступени, представляющее собой кожухотрубный теплообменник, устройство для конденсации-абсорбции при охлаждении газов дистилляции первой ступени, состоящее из промывной колонны 10, выносного теплообменника 11, конденсатора возвратного аммиака 12 и промывного скруббера 13, насос 14 для подачи аммиака и компрессор 15 для подачи диоксида углерода в реактор 1, трубопровод 16 для подачи плава карбамида из реактора 1 в колонну дистилляции 2, трубопровод 17 для подачи диоксида углерода в пленочный теплообменник 3, трубопровод 18 для подачи плава карбамида из пленочного теплообменника 3 в колонну дистилляции второй ступени 4, трубопровод 19 для подачи водного раствора карбамида из сепаратора 6 в сепаратор 7, трубопровод 20 для подачи водного раствора карбамида из теплообменника-рекуператора 8 в аппараты для дальнейшего выпаривания (на фиг. 1 не показаны), трубопровод 21 для подачи газов дистилляции из колонны 2 в межтрубное пространство рекуперативного теплообменника 5, трубопровод 22 для подачи газов дистилляции из рекуперативного теплообменника 5 в межтрубное пространство теплообменника-рекуператора 8, трубопровод 23 для подачи газов дистилляции из теплообменника-рекуператора 8 в выносной теплообменник 11, трубопровод 24 для подачи газов дистилляции из колонны дистилляции 4 в устройство 9 для конденсации-абсорбции газов дистилляции второй ступени, насос 25 для подачи раствора карбамата аммония из устройства 9 для конденсации-абсорбции газов дистилляции второй ступени в выносной теплообменник 11, насос 26 для подачи раствора карбамата аммония из промывной колонны 10 в реактор синтеза 1, трубопровод 27 для подачи возвратного аммиака из конденсатора 12 к насосу 14, трубопровод 28 для выпуска очищенных от аммиака инертных газов в атмосферу, трубопровод 29 для подачи инертных газов с примесью аммиака в хвостовой абсорбер (на фиг. 1 не показан), трубопровод 30 для подачи сокового пара из теплообменника-рекуператора 8

11

щениями изобретения и реализующих указанные выше модификации предложенного способа.

Варианты осуществления изобретения

В соответствии с фиг. 1 установка для получения карбамида включает реактор синтеза карбамида 1, устройство для дистилляции плава карбамида, полученного в реакторе 1, состоящее из колонны дистилляции первой ступени 2 и соединенного с ней последовательно пленочного теплообменника 3, устройство для дистилляции плава карбамида на второй ступени давления,

461

12

в узел конденсации паров стадии выпаривания (на фиг. 1 не показан), трубопровод 32 для подачи газов дистилляции из пленочного теплообменника 3 в колонну 2, трубопровод 31 для подачи газов дистилляции из пленочного теплообменника 3 в трубопровод 21.

Установка, изображенная на фиг. 2, отличается от установки, изображенной на фиг. 1, только тем, что трубопровод 21 предназначен для подачи газов дистилляции из колонны 2 непосредственно в выносной теплообменник 11, трубопровод 31-

для подачи газов дистилляции из пленочного теплообменника 3 в межтрубное пространство рекуперативного теплообменника 5, а трубопровод 32 отсутствует.

Установка, изображенная на фиг. 3, отличается от установки, изображенной на фиг. 2, только тем, что трубопровод 31 предназначен для подачи газов дистилляции из пленочного теплообменника 3 непосредственно в межтрубное пространство теплообменника-рекуператора 8, трубопровод 22 отсутствует, а теплообменник 5 содержит средства для подвода пара из внешнего источника и отвода конденсата.

Сущность изобретения иллюстрируется также приведенными ниже примерами 1-3, описывающими конкретное воплощение предложенного способа и работу предложенной установки.

ПРИМЕР 1. В соответствии с фиг. 1 в колонну синтеза 1 поступает жидкий аммиак, подаваемый насосом 14, диоксид углерода, подаваемый компрессором 15, и возвратный раствор карбамата аммония, подаваемый насосом 26. В колонне 1 при давлении 180-200 кгс/см и температуре 180-195°C осуществляется синтез карбамида с образованием плава (газожидкостной смеси), содержащего карбамид, воду, карбамат аммония, не превращенный в карбамид, и избыточный аммиак. Плав дросселируется до давления 15-25 кгс/см² и по трубопроводу 16 поступает с температурой 125°C в колонну дистилляции первой ступени 2, снабженную массо-и теплообменными устройствами, где при подводе тепла или без него происходит разложение части карбамата аммония и выделение из плава аммиака и диоксида углерода. Плав из колонны 2 поступает в пленочный теплообменник 3, обогреваемый паром, где при том же давлении и 150-165°C завершается процесс дистилляции. В пленочный теплообменник 3 по трубопроводу 17 поступает часть диоксида углерода от компрессора 15. Газы из пленочного теплообменника 3 с температурой 148-150°C поступают по трубопроводу 32 в колонну 2, где вновь контактируют с плавом карбамида, нагревая его до 138-140°C, либо, частично или полностью, по трубопроводу 31 в трубопровод 21. Плав из пленочного теплообменника 3 дросселируется до давления 1,5-5 кгс/см² и по трубопроводу 18 поступает в колонну дистилляции второй ступени 4, где при указанном давлении продолжается разложение карбамата аммония и выделение из плава аммиака и диоксида углерода, завершающееся в рекуперативном теплообменнике 5 и сепараторе 6. Рекуперативный теплообмен-

и по трубопроводу 19 поступает в сепаратор 7 и далее в трубы теплообменника-рекуператора 8, где в пленочном режиме происходит частичное испарение воды из раствора за счет теплообмена с газами дистилляции, поступающими в межтрубное пространство теплообменника-рекуператора 8 из межтрубного пространства рекуперативного теплообменника 5 по трубопроводу 22. Раствор карбамида концентрацией ~78% из теплообменника-рекуператора 8 направляется на дальнейшее выпаривание и гранулирование известными способами по трубопроводу 20. Газы дистилляции второй ступени из колонны 4 конденсируются в аппарате 9 с образованием разбавленного раствора карбамата аммония. Газы дистилляции первой ступени с примесью жидких продуктов их конденсации из межтрубного пространства теплообменника-рекуператора 8 поступают с температурой 110-115°C в выносной теплообменник 11 промывной колонны 10. В этих аппаратах осуществляется конденсация-абсорбция газов дистилляции при их контакте с водой, жидким аммиаком и раствором карбамата аммония, полученным при конденсации-абсорбции газов дистилляции второй ступени в аппарате 9. Удаляемый из верхней части промывной колонны очищенный газообразный аммиак конденсируется при охлаждении водой в конденсаторе 12 и возвращается по трубопроводу 27 в линию всасывания насоса 14. Не сконденсированные газы промываются от остатков аммиака водой в скруббере 13 и выводятся в атмосферу по трубопроводу 28. Образующийся в нижней части промывной колонны 10 и выносном теплообменнике 11 концентрированный раствор карбамата аммония возвращается в реактор синтеза 1 насосом 26. Пары из сепаратора 7 и теплообменника 9 поступают по трубопроводу 29 в санитарный абсорбер (на фиг. 1 не показан). Пары из теплообменника-рекуператора 8 по трубопроводу 30 поступают в узел конденсации паров стадии выпаривания (на фиг. 1 не показан).

ПРИМЕР 2. Процесс проводят на установке, схема которой изображена на фиг. 2, в основном, аналогично примеру 1. Отличие состоит в том, что газы из пленочного теплообменника 3 с температурой 148-150°C поступают по трубопроводу 31 в межтрубное пространство рекуперативного теплообменника 5 и далее в межтрубное пространство теплообменника-рекуператора 8, а оттуда - в выносной теплообменник 11 промывной колонны 10, куда поступают также газы из колонны 2 по трубопроводу 21. Раствор карбамида концентрацией

ник 5 обогревается газами дистилляции первой ступени, поступающими в его межтрубное пространство из колонны 2 и пленочного теплообменника 3 (непосредственно или через колонну 2) по трубопроводу 21. Раствор карбамида из сепаратора 6, практически освобожденный от карбамата аммония, дросселируется до атмосферного давления

~84% из теплообменника-рекуператора 8 направляется на дальнейшее выпаривание и гранулирование известными способами по трубопроводу 20.

ПРИМЕР 3. Процесс проводят на установке, схема которой изображена на фиг. 3, в основном, аналогично примеру 2. Отличие состоит в том, что газы из пленочного теплообменника 3 с темпера-

турой 148-150°C поступают по трубопроводу 31 в межтрубное пространство теплообменника-рекуператора 8, минуя межтрубное пространство теплообменника 5, а оттуда - в выносной теплообменник 11 промывной колонны 10, куда поступают также газы из колонны 2 по трубопроводу 21. Теплообменник 5 обогревается паром из внешнего источника. Раствор карбамида концентрацией

~80% из теплообменника-рекуператора 8 направляется на дальнейшее выпаривание и гранулирование известными способами по трубопроводу 20.

Промышленная применимость

Изобретение может быть использовано для получения карбамида из аммиака и диоксида углерода.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения карбамида взаимодействием аммиака и диоксида углерода в зоне синтеза при повышенных температурах и давлениях с образованием потока плава карбамида, содержащего карбамид, воду, карбамат аммония, аммиак и диоксид углерода, дистиляцией потока плава карбамида при подводе тепла на двух ступенях давления, предпочтительно при 15-25 и 2-5 кгс/см², с образованием водного раствора карбамида и газов дистиляции, конденсацией-абсорбцией при охлаждении газов дистиляции с использованием водных абсорбентов и образованием водных растворов карбамата аммония, рециркуляцией водного раствора карбамата аммония со стадии конденсации-абсорбции газов дистиляции второй ступени на стадию конденсации-абсорбции газов дистиляции первой ступени и со стадии конденсации-абсорбции газов дистиляции первой ступени в зону синтеза, выпариванием водного раствора карбамида в несколько ступеней при теплообмене между газами дистиляции первой ступени и водным раствором карбамида на стадии предварительного выпаривания, **отличающийся тем, что** дистиляцию плава карбамида на первой ступени давления проводят последовательно в двух зонах, в первой из которых дистиляцию проводят адиабатически или при подводе тепла, а во второй дистиляцию проводят при подводе тепла в токе диоксида углерода.

2. Способ по пункту 1, **отличающийся тем, что** газы из первой зоны первой ступени дистиляции направляют на стадию конденсации-абсорбции газов дистиляции первой ступени после их теплообмена последовательно с плавом карбамида на второй ступени его дистиляции и с водным раствором карбамида на стадии предварительного выпаривания, а газы из второй зоны первой ступени дистиляции возвращают в первую зону первой ступени дистиляции и/или присоединяют к газам из первой зоны первой ступени дистиляции перед их теплообменом с плавом карбамида на второй ступени его дистиляции.

3. Способ по пункту 1, **отличающийся тем, что** газы из первой зоны первой ступени дистиляции направляют непосредственно на стадию конденсации-абсорбции газов дистиляции первой

ступени, а газы из второй зоны первой ступени дистиляции направляют на стадию конденсации-абсорбции газов дистиляции первой ступени после их теплообмена последовательно с плавом карбамида на второй ступени его дистиляции и с водным раствором карбамида на стадии предварительного выпаривания.

4. Способ по пункту 1, **отличающийся тем, что** газы из первой зоны первой ступени дистиляции направляют непосредственно на стадию конденсации-абсорбции газов дистиляции первой ступени, а газы из второй зоны первой ступени дистиляции направляют на стадию конденсации-абсорбции газов дистиляции первой ступени после их теплообмена с водным раствором карбамида на стадии предварительного выпаривания.

5. Установка для получения карбамида, включающая реактор синтеза карбамида, устройство с подводом тепла из внешнего источника для дистиляции плава карбамида, полученного в реакторе синтеза, на первой ступени давления, устройство с подводом тепла для дистиляции плава карбамида на второй ступени давления, аппараты для выпаривания при нагреве водного раствора карбамида, полученного на второй ступени дистиляции, устройства для конденсации-абсорбции при охлаждении газов дистиляции обеих ступеней, теплообменник-рекуператор для теплообмена между газами дистиляции первой ступени и водным раствором карбамида, средства для подачи аммиака и диоксида углерода в реактор синтеза карбамида, плава карбамида из реактора синтеза в устройство для дистиляции первой ступени и из устройства для дистиляции первой ступени в устройство для дистиляции второй ступени, водного раствора карбамида из устройства для дистиляции второй ступени в теплообменник-рекуператор и из теплообменника-рекуператора в аппарат для последующего выпаривания, газов дистиляции из устройства для дистиляции первой ступени в теплообменник-рекуператор и из теплообменника-рекуператора в устройство для конденсации-абсорбции газов дистиляции первой ступени, газов дистиляции из аппарата для дистиляции второй ступени в устройство для конденсации-абсорбции газов дис-

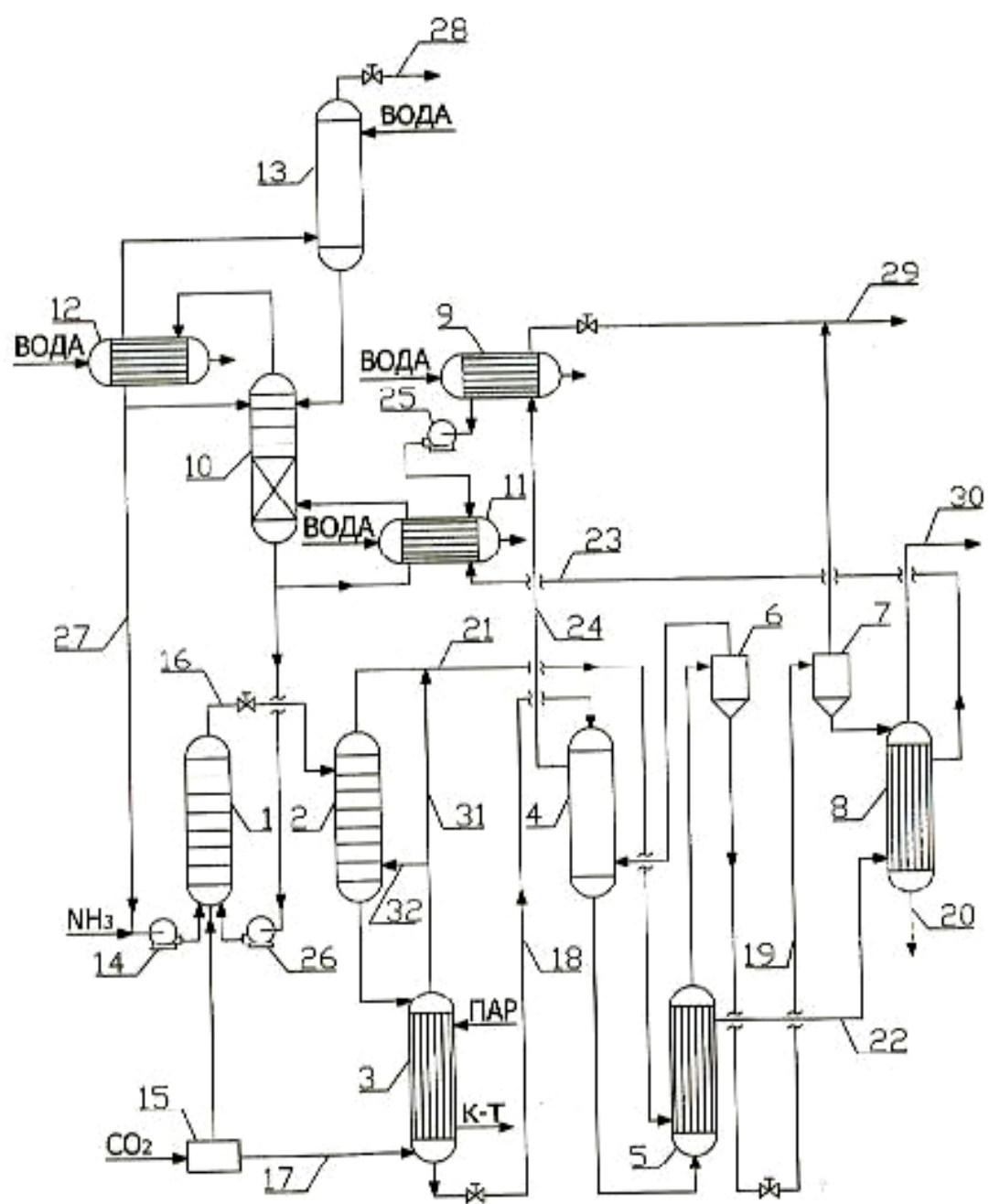
тиллиции второй ступени, раствора карбамата аммония из устройства для конденсации-абсорбции газов дистилляции второй ступени в устройство для конденсации-абсорбции газов дистилляции первой ступени и из устройства для конденсации-абсорбции газов дистилляции первой ступени в реактор синтеза, **отличающаяся тем, что** устройство для дистилляции первой ступени состоит из колонны дистилляции первой ступени и пленочного теплообменника, и установка содержит дополнительно средства для подачи плава карбамида из колонны дистилляции первой ступени в пленочный теплообменник и средства для подачи диоксида углерода в пленочный теплообменник.

6. Установка по пункту 5, **отличающаяся тем, что** средства для подачи газов дистилляции из устройства для дистилляции первой ступени в теплообменник-рекуператор включают средства для подачи газов дистилляции из колонны дистилляции первой ступени в зону нагрева устройства для дистилляции второй ступени, средства для подачи газов дистилляции из пленочного теплообменника в колонну дистилляции первой ступени и/или в зону нагрева устройства для дистилляции второй ступени и средства для подачи газов дистилляции из зоны нагрева устройства для дистил-

ляции второй ступени в теплообменник-рекуператор.

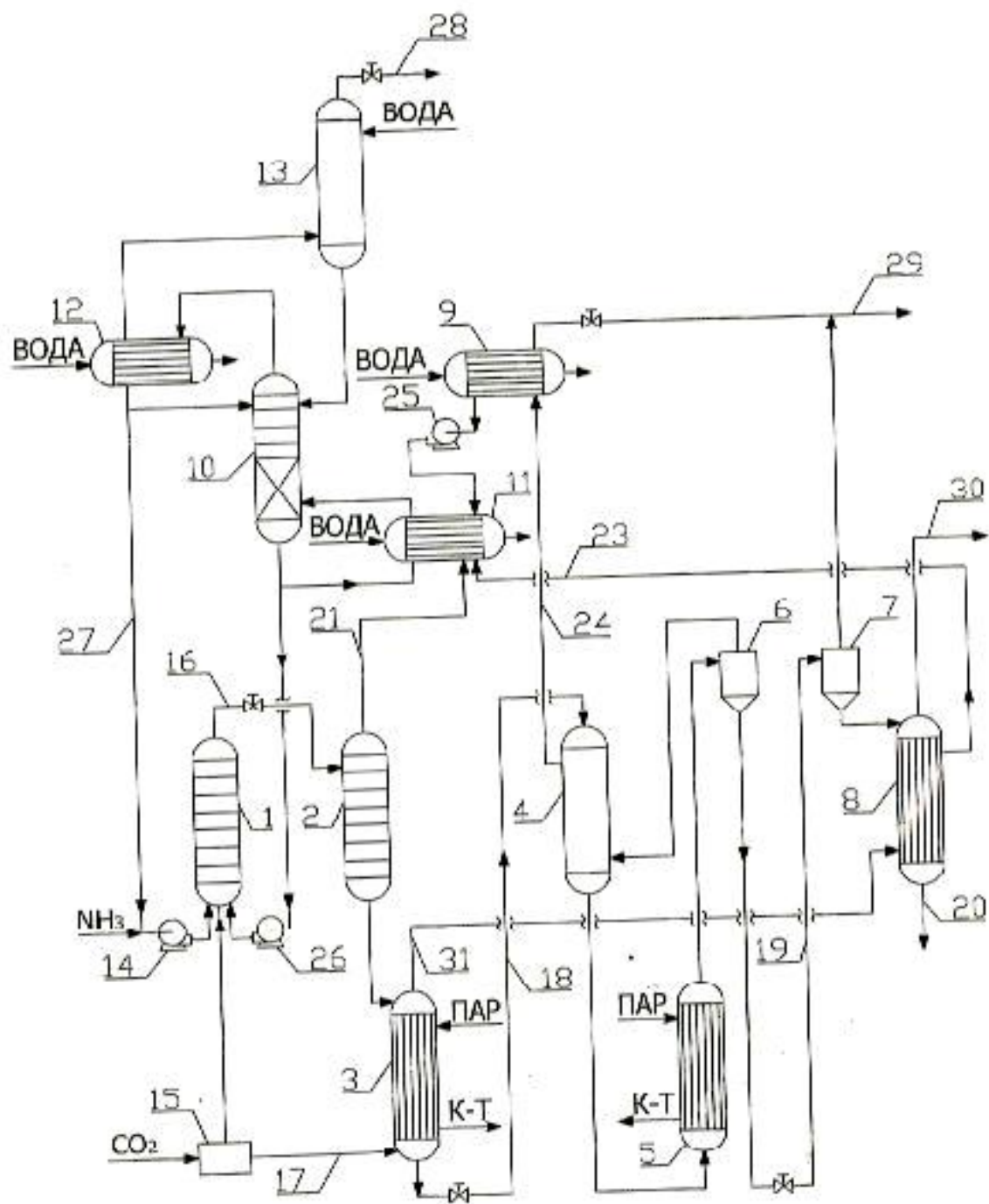
7. Установка по пункту 5, **отличающаяся тем, что** средства для подачи газов дистилляции из устройства для дистилляции первой ступени в теплообменник-рекуператор включают средства для подачи газов дистилляции из пленочного теплообменника в зону нагрева устройства для дистилляции второй ступени и из зоны нагрева устройства для дистилляции второй ступени в теплообменник-рекуператор, и установка содержит дополнительно средства для подачи газов дистилляции из колонны дистилляции первой ступени непосредственно в устройство для конденсации-абсорбции газов дистилляции первой ступени.

8. Установка по пункту 5, **отличающаяся тем, что** средства для подачи газов дистилляции из устройства для дистилляции первой ступени в теплообменник-рекуператор включают средства для подачи газов дистилляции из пленочного теплообменника в теплообменник-рекуператор, и установка содержит дополнительно средства для подачи газов дистилляции из колонны дистилляции первой ступени непосредственно в устройство для конденсации-абсорбции газов дистилляции первой ступени.



Фиг. 1

ФИГ. 2



Фиг. 3