



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85467 (13) C2
(51) МПК (2009)
C07C 273/04 (2006.01)
B01J 10/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ І УСТАНОВКА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КАРБАМІДУ

1

(21) а200707632
(22) 20.03.2006
(24) 26.01.2009
(86) РСТ/RU2006/000128, 20.03.2006
(31) 2005111522
(32) 18.04.2005
(33) RU
(46) 26.01.2009, Бюл.№ 2, 2009 р.
(72) СЕРГЄЄВ ЮРІЙ АНДРЕЄВИЧ, АНДЕРЖАНОВ
РІНАТ ВЕНЕРОВИЧ, ГУСЄВ ІВАН ВЛАДИМІРОВИЧ,
СОЛДАТОВ АЛЕКСЕЙ ВЛАДИМІРОВИЧ, ПРОКОПЬ-
ЄВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЄВИЧ, КУЗНЕЦОВ
НИКОЛАЙ МІХАЙЛОВИЧ, ЕСІН ІГОРЬ ВЕНІАМІНО-
ВИЧ
(73) ОТКРИТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ І ПРОЕКТНИЙ
ИНСТИТУТ КАРБАМИДА І ПРОДУКТОВ ОРГАНИЧЕ-
СКОГО СИНТЕЗА"
(56) SU 1428191 A3, 30.09.1988
RU 2117002 C1, 10.08.1998
US 3366682 A, 30.01.1968
(57) 1. Спосіб виробництва карбаміду взаємодією
аміаку і двооксиду вуглецю в зоні синтезу при
підвищених температурах і тисках з утворенням
потoku плаву карбаміду, який містить карбамід,
воду, карбамат амонію, аміак і двооксид вуглецю,
дистиляцією потоку плаву карбаміду при
підведенні тепла на двох ступенях тиску,
переважно при 15-25 і 2-5 кгс/см², з утворенням
водного розчину карбаміду і газів дистиляції,
конденсацією-абсорбцією при охолодженні газів
дистиляції з використанням водних абсорбентів і
утворенням водних розчинів карбамату амонію,
рециркуляцією водного розчину карбамату амонію
зі стадії конденсації-абсорбції газів дистиляції
другого ступеня на стадію конденсації-абсорбції
газів дистиляції першого ступеня і зі стадії
конденсації-абсорбції газів дистиляції першого
ступеня в зону синтезу, випарюванням водного
розчину карбаміду в декілька ступенів при теп-
лообміні між газами дистиляції першого ступеня і
водним розчином карбаміду на стадії
попереднього випарювання, який **відрізняється**
тим, що дистиляцію плаву карбаміду на першому
ступені тиску проводять послідовно в двох зонах, в
першій із яких дистиляцію проводять адиабатично
або при підведенні тепла, а в другій дистиляцію
проводять при підведенні тепла в потоці
двооксиду вуглецю.

2

2. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що газів з
першої зони першого ступеня дистиляції направ-
ляють на стадію конденсації-абсорбції газів дисти-
ляції першого ступеня після їх теплообміну послі-
довно з плавом карбаміду на другому ступені його
дистиляції і з водним розчином карбаміду на стадії
попереднього випарювання, а газів з другої зони
першого ступеня дистиляції повертають в першу
зону першого ступеня дистиляції і/або приєднують
до газів з першої зони першого ступеня дистиляції
перед їх теплообміном з плавом карбаміду на дру-
гому ступені його дистиляції.
3. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що газів з
першої зони першого ступеня дистиляції направ-
ляють безпосередньо на стадію конденсації-
абсорбції газів дистиляції першого ступеня, а газів з
другої зони першого ступеня дистиляції направ-
ляють на стадію конденсації-абсорбції газів дисти-
ляції першого ступеня після їх теплообміну послі-
довно з плавом карбаміду на другому ступені його
дистиляції і з водним розчином карбаміду на стадії
попереднього випарювання.
4. Спосіб за п.1, який **відрізняється** тим, що газів з
першої зони першого ступеня дистиляції направ-
ляють безпосередньо на стадію конденсації-
абсорбції газів дистиляції першого ступеня, а газів з
другої зони першого ступеня дистиляції направ-
ляють на стадію конденсації-абсорбції газів дисти-
ляції першого ступеня після їх теплообміну з вод-
ним розчином карбаміду на стадії попереднього
випарювання.
5. Установа для виробництва карбаміду, до скла-
ду якої входить реактор синтезу карбаміду, при-
стрій з підведенням тепла з зовнішнього джерела
для дистиляції плаву карбаміду, одержаного в ре-
акторі синтезу, на першому ступені тиску, пристрій
з підведенням тепла для дистиляції плаву карба-
міду на другому ступені тиску, апарати для випа-
рювання при нагріві водного розчину карбаміду,
одержаного на другому ступені дистиляції, при-
стрій для конденсації-абсорбції при охолодженні
газів дистиляції обох ступенів, теплообмінник-
рекуператор для теплообміну між газами дистиля-
ції першого ступеня і водним розчином карбаміду,
засоби для подавання аміаку і двооксиду вуглецю
в реактор синтезу карбаміду, плаву карбаміду з
реактора синтезу в пристрій для дистиляції першо-

(19) UA (11) 85467 (13) C2

го ступеня і з пристроєм для дистиляції першого ступеня в пристрій для дистиляції другого ступеня, водного розчину карбаміду з пристроєм для дистиляції другого ступеня в теплообмінник-рекуператор і з теплообмінника-рекуператора в апарат для наступного випарювання, газів дистиляції з пристроєм для дистиляції першого ступеня в теплообмінник-рекуператор і з теплообмінника-рекуператора в пристрій для конденсації-абсорбції газів дистиляції першого ступеня, газів дистиляції з апарата для дистиляції другого ступеня в пристрій для конденсації-абсорбції газів дистиляції другого ступеня, розчину карбамату амонію з пристроєм для конденсації-абсорбції газів дистиляції другого ступеня в пристрій для конденсації-абсорбції газів дистиляції першого ступеня і з пристроєм для конденсації-абсорбції газів дистиляції першого ступеня в реактор синтезу, яка **відрізняється** тим, що пристрій для дистиляції першого ступеня складається з колони дистиляції першого ступеня і плівкового теплообмінника, і установка має додатково засоби для подавання плаву карбаміду з колони дистиляції першого ступеня в плівковий теплообмінник і засоби для подавання двооксиду вуглецю в плівковий теплообмінник.

6. Установка за п.5, яка **відрізняється** тим, що засоби для подавання газів дистиляції з пристроєм для дистиляції першого ступеня в теплообмінник-рекуператор містять засоби для подавання газів дистиляції з колони дистиляції першого ступеня в

зону нагріву пристрою для дистиляції другого ступеня, засоби для подавання газів дистиляції з плівкового теплообмінника в колону дистиляції першого ступеня і/або в зону нагріву пристрою для дистиляції другого ступеня і засоби для подавання газів дистиляції з зони нагріву пристрою для дистиляції другого ступеня в теплообмінник-рекуператор.

7. Установка за п.5, яка **відрізняється** тим, що засоби для подавання газів дистиляції з пристроєм для дистиляції першого ступеня в теплообмінник-рекуператор містять засоби для подавання газів дистиляції з плівкового теплообмінника в зону нагріву пристрою для дистиляції другого ступеня і з зони нагріву пристрою для дистиляції другого ступеня в теплообмінник-рекуператор, і установка має додатково засоби для подавання газів дистиляції з колони дистиляції першого ступеня безпосередньо в пристрій для конденсації-абсорбції газів дистиляції першого ступеня.

8. Установка за п.5, яка **відрізняється** тим, що засоби для подавання газів дистиляції з пристроєм для дистиляції першого ступеня в теплообмінник-рекуператор містять засоби для подавання газів дистиляції з плівкового теплообмінника в теплообмінник-рекуператор, і установка має додатково засоби для подавання газів дистиляції з колони дистиляції першого ступеня безпосередньо в пристрій для конденсації-абсорбції газів дистиляції першого ступеня.

Винахід відноситься до способів і пристроїв для виробництва карбаміду з аміаку і двооксиду вуглецю.

Відомі способи виробництва карбаміду взаємодією аміаку і двооксиду вуглецю при підвищених температурах і тисках з утворенням плаву синтезу карбаміду, який містить карбамід, воду, карбамат амонію, аміак і двооксид вуглецю, розкладом карбамату амонію в плаві синтезу карбаміду при підведенні тепла на декількох ступенях тиску з утворенням водного розчину карбаміду і газових потоків, конденсацією-абсорбцією газових потоків з використанням водних абсорбентів і утворенням водного розчину карбамату амонію (також часто зветься розчином вуглеамонійних солей - ВАС), рециркулюємого на стадію утворення плаву синтезу карбаміду, випарюванням водного розчину карбаміду і одержанням твердого карбаміду [В.И.Кучерявый, В.В.Лебедев. Синтез и применение карбамида, Л.: Химия, 1970, с.187-208].

Найбільш близьким до запропонованого способу по технічній суті являється відомий спосіб виробництва карбаміду взаємодією аміаку і двооксиду вуглецю в зоні синтезу при підвищених температурах і тисках з утворенням потоку плаву карбаміду, який містить карбамід, воду, карбамат амонію, аміак і двооксид вуглецю, дистиляцією потоку плаву синтезу карбаміду при підведенні тепла з зовнішнього джерела на двох ступенях тиску, переважно при 15-25 і 2-5 кгс/см², з утворенням водного розчину карбаміду і газів дистиляції, конденсацією-абсорбцією газів дистиляції з вико-

ристанням водних абсорбентів і утворенням водних розчинів карбамату амонію, рециркуляцією водного розчину карбамату амонію з стадії конденсації-абсорбції газів дистиляції другої ступені на стадію конденсації-абсорбції газів дистиляції першої ступені і з стадії конденсації-абсорбції газів дистиляції першої ступені в зону синтезу, випарюванням водного розчину карбаміду в декілька ступенів при теплообміні між газами дистиляції першої ступені і водним розчином карбаміду на стадії попереднього випарювання, одержанням твердого карбаміду [US 3366682, 260-555, 1968]. В цьому способі теплота, яка виділяється при охолодженні і частковій конденсації газів дистиляції першої ступені, використовується для видалення частини води з розчину карбаміду, що приводить до зниження загальних витрат гріючої пари в процесі виробництва карбаміду.

Відомі установки для виробництва карбаміду, до складу яких входять реактор синтезу карбаміду, апарати для дистиляції на декількох ступенях тиску плаву карбаміду, одержаного при синтезі, апарати для випарювання водного розчину карбаміду, одержаного на останній ступені дистиляції, апарати для конденсації-абсорбції газів дистиляції, засоби для подавання аміаку і двооксиду вуглецю в реактор синтезу карбаміду, плаву карбаміду з реактора синтезу в апарати для дистиляції, водного розчину карбаміду з апарата для дистиляції останньої ступені в апарати для випарювання, газів дистиляції з апаратів для дистиляції в апарати для конденсації-абсорбції, розчину карбамату

амонію з апарата для дистиляції більш низького тиску в апарат для дистиляції більш високого тиску і з апарата для дистиляції високого тиску в реактор синтезу [В.И.Кучерявый, В.В.Лебедев. Синтез и применение карбамида, Л.: Химия, 1970, с.187-208].

Найбільш близькою до запропонованої установки являється установка для виробництва карбаміду, до складу якої входять реактор синтезу карбаміду, пристрій з підведенням тепла з зовнішнього джерела для дистиляції плаву карбаміду, одержаного в реакторі синтезу, на першій ступені тиску, пристрій з підведенням тепла з зовнішнього джерела для дистиляції плаву карбаміду на другій ступені тиску, апарати для випарювання при нагріву водного розчину карбаміду, одержаного на другій ступені дистиляції, апарати для конденсації-абсорбції при охолодженні газів дистиляції обох ступенів, теплообмінник-рекуператор для теплообміну між газами дистиляції першої ступені і водним розчином карбаміду, засоби для подавання аміаку і двооксиду вуглецю в реактор синтезу карбаміду, плаву карбаміду з реактора синтезу в пристрій для дистиляції першої ступені і з пристроєм для дистиляції першої ступені в апарат для дистиляції другої ступені, водного розчину карбаміду з апарата для дистиляції другої ступені в теплообмінник-рекуператор і з теплообмінника-рекуператора в апарат для наступного випарювання, газів дистиляції з пристроєм для дистиляції першої ступені в теплообмінник-рекуператор і з теплообмінника-рекуператора в апарат для конденсації-абсорбції першої ступені, газів дистиляції з апарата для дистиляції другої ступені в апарат для конденсації-абсорбції другої ступені, розчину карбамату амонію з апарата для конденсації-абсорбції другої ступені в апарат для конденсації-абсорбції першої ступені і з апарата для конденсації-абсорбції першої ступені в реактор синтезу [US 3366682, 260-555, 1968]. В цій установці, при порівнянні з іншими відомими установками, зменшена кількість теплообмінників, які використовують енергоносії (гріюча пара) з зовнішніх джерел.

Технічний результат, на досягнення якого направлено винахід, полягає в подальшому збільшенні степені рекуперації тепла виробничого циклу і зменшенні кількості теплообмінників, які використовують гріючу пару з зовнішніх джерел.

Для досягнення цього результату запропоновано спосіб виробництва карбаміду взаємодією аміаку і двооксиду вуглецю в зоні синтезу при підвищених температурах і тисках з утворенням потоку плаву карбаміду, який містить карбамід, воду, карбамат амонію, аміак і двооксид вуглецю, дистиляцією потоку плаву карбаміду при підведенні тепла на двох ступенях тиску, переважно при 15-25 і 2-5 кгс/см², з утворенням водного розчину карбаміду і газів дистиляції, конденсацією-абсорбцією при охолодженні газів дистиляції з використанням водних абсорбентів і утворенням водних розчинів карбамату амонію, рециркуляцією водного розчину карбамату амонію з стадії конденсації-абсорбції газів дистиляції другої ступені на стадію конденсації-абсорбції газів дистиляції першої ступені і з стадії конденсації-абсорбції газів

дистиляції першої ступені в зону синтезу, випарюванням водного розчину карбаміду в декілька ступенів при теплообміні між газами дистиляції першої ступені і водним розчином карбаміду на стадії попереднього випарювання, який відрізняється тим, що дистиляцію плаву карбаміду на першій ступені тиску проводять послідовно в двох зонах, в першій із яких дистиляцію проводять адіабатично або при підведенні тепла, а в другій дистиляцію проводять при підведенні тепла в потоку двооксиду вуглецю.

Для досягнення цього результату запропонована також установка для виробництва карбаміду, до складу якої входять реактор синтезу карбаміду, пристрій з підведенням тепла з зовнішнього джерела для дистиляції плаву карбаміду, одержаного в реакторі синтезу, на першій ступені тиску, пристрій з підведенням тепла для дистиляції плаву карбаміду на другій ступені тиску, апарати для випарювання при нагріві водного розчину карбаміду, одержаного на другій ступені дистиляції, пристрій для конденсації-абсорбції при охолодженні газів дистиляції обох ступенів, теплообмінник-рекуператор для теплообміну між газами дистиляції першої ступені і водним розчином карбаміду, засоби для подавання аміаку і двооксиду вуглецю в реактор синтезу карбаміду, плаву карбаміду з реактора синтезу в пристрій для дистиляції першої ступені і з пристроєм для дистиляції першої ступені в пристрій для дистиляції другої ступені, водного розчину карбаміду з пристроєм для дистиляції другої ступені в теплообмінник-рекуператор і з теплообмінника-рекуператора в апарат для наступного випарювання, газів дистиляції з пристроєм для дистиляції першої ступені в теплообмінник-рекуператор і з теплообмінника-рекуператора в пристрій для конденсації-абсорбції газів дистиляції першої ступені, газів дистиляції з апарата для дистиляції другої ступені в пристрій для конденсації-абсорбції газів дистиляції другої ступені, розчину карбамату амонію з пристроєм для конденсації-абсорбції газів дистиляції другої ступені в пристрій для конденсації-абсорбції газів дистиляції першої ступені і з пристроєм для конденсації-абсорбції газів дистиляції першої ступені в реактор синтезу, яка відрізняється тим, що пристрій для дистиляції першої ступені складається з колони дистиляції першої ступені і плівкового теплообмінника, і установка має додатково засоби для подавання плаву карбаміду з колони дистиляції першої ступені в плівковий теплообмінник і засоби для подавання двооксиду вуглецю в плівковий теплообмінник.

Проведення в запропонованому способі і з використанням запропонованої установки процесу дистиляції першої ступені в двох зонах, в другій із яких дистиляцію проводять в потоку двооксиду вуглецю, дозволяє змінити склад газів дистиляції першої ступені - в складі цих газів збільшується кількість двооксиду вуглецю. Це приводить до збільшення термічного потенціалу цих газів і розширює можливості використання їх тепла замість підведення тепла з зовнішнього джерела як для нагріву водного розчину карбаміду на стадії попереднього випарювання, так і для нагріву плаву карбаміду на другій ступені дистиляції. При цьому,

в залежності від конкретних умов, процес дистиляції першої ступені в першій зоні можна проводити як з підведенням тепла, так і без нього.

В рамках винаходу можуть бути реалізовані різні його модифікації, які являються окремими випадками його здійснення.

В одній із модифікацій способу газу з першої зони першої ступені дистиляції направляють на стадію конденсації-абсорбції газів дистиляції першої ступені після їх теплообміну послідовно з плавом карбаміду на другій ступені його дистиляції і з водним розчином карбаміду на стадії попереднього випарювання, а газу з другої зони першої ступені дистиляції повертають в першу зону першої ступені дистиляції і/або приєднують до газів з першої зони першої ступені дистиляції перед їх теплообміну з плавом карбаміду на другій ступені його дистиляції. Установа в цьому випадку, як засоби для подавання газів дистиляції з пристрою для дистиляції першої ступені в теплообмінник-рекуператор, містить засоби для подавання газів дистиляції з колони дистиляції першої ступені в зону нагріву пристрою для дистиляції другої ступені, засоби для подавання газів дистиляції з плівкового теплообмінника в колону дистиляції першої ступені і/або в зону нагріву пристрою для дистиляції другої ступені і засоби для подавання газів дистиляції з зони нагріву пристрою для дистиляції другої ступені в теплообмінник-рекуператор.

В другій модифікації способу газу з першої зони першої ступені дистиляції направляють безпосередньо на стадію конденсації-абсорбції газів дистиляції першої ступені, а газу з другої зони першої ступені дистиляції направляють на стадію конденсації-абсорбції газів дистиляції першої ступені після їх теплообміну послідовно з плавом карбаміду на другій ступені його дистиляції і з водним розчином карбаміду на стадії попереднього випарювання. Установа в цьому випадку, як засоби для подавання газів дистиляції з пристрою для дистиляції першої ступені в теплообмінник-рекуператор, містить засоби для подавання газів дистиляції з плівкового теплообмінника в зону нагріву пристрою для дистиляції другої ступені і з зони нагріву пристрою для дистиляції другої ступені в теплообмінник-рекуператор і додатково містить засоби для подавання газів дистиляції з колони дистиляції першої ступені безпосередньо в пристрій для конденсації-абсорбції газів дистиляції першої ступені.

В третій модифікації способу газу з першої зони першої ступені дистиляції направляють безпосередньо на стадію конденсації-абсорбції газів дистиляції першої ступені, а газу з другої зони першої ступені дистиляції направляють на стадію конденсації-абсорбції газів дистиляції першої ступені після їх теплообміну з водним розчином карбаміду на стадії попереднього випарювання. Установа в цьому випадку, як засоби для подавання газів дистиляції з пристрою для дистиляції першої ступені в теплообмінник-рекуператор, містить засоби для подавання газів дистиляції з плівкового теплообмінника в теплообмінник-рекуператор і додатково містить засоби для подавання газів дистиляції з колони дистиляції першої ступені безпо-

середньо в пристрій для конденсації-абсорбції газів дистиляції першої ступені. Підведення тепла в зону нагріву пристрою для дистиляції другої ступені в цьому випадку здійснюється з зовнішнього джерела.

Суть винаходу ілюструється доданими Фіг.1-3, на яких зображені схеми установок, які являються конкретними втіленнями винаходу і реалізуючих вищезгадані модифікації запропонованого способу.

Відповідно з Фіг.1, до складу установки для виробництва карбаміду входять реактор синтезу карбаміду 1, пристрій для дистиляції плаву карбаміду, одержаного в реакторі 1, який складається з колони дистиляції першої ступені 2 і з'єданого з нею послідовно плівкового теплообмінника 3, пристрій для дистиляції плаву карбаміду на другій ступені тиску, який складається з колони дистиляції другої ступені 4, рекуперативного теплообмінника 5 і сепаратора 6, апарат для попереднього випарювання водного розчину карбаміду, який складається з сепаратора 7 і теплообмінника-рекуператора 8, пристрій 9 для конденсації-абсорбції при охолодженні газів дистиляції другої ступені, яким являється кожухотрубний теплообмінник, пристрій для конденсації-абсорбції при охолодженні газів дистиляції першої ступені, який складається з промивної колони 10, виносного теплообмінника 11, конденсатора зворотного аміаку 12 і промивного скрубера 13, насос 14 для подавання аміаку і компресор 15 для подавання двооксиду вуглецю в реактор 1, трубопровід 16 для подавання плаву карбаміду з реактора 1 в колону дистиляції 2, трубопровід 17 для подавання двооксиду вуглецю в плівковий теплообмінник 3, трубопровід 18 для подавання плаву карбаміду з плівкового теплообмінника 3 в колону дистиляції другої ступені 4, трубопровід 19 для подавання водного розчину карбаміду з сепаратора 6 в сепаратор 7, трубопровід 20 для подавання водного розчину карбаміду з теплообмінника-рекуператора 8 в апарати для подальшого випарювання (на Фіг.1 не показані), трубопровід 21 для подавання газів дистиляції з колони 2 в міжтрубний простір рекуперативного теплообмінника 5, трубопровід 22 для подавання газів дистиляції з рекуперативного теплообмінника 5 в міжтрубний простір теплообмінника-рекуператора 8, трубопровід 23 для подавання газів дистиляції з теплообмінника-рекуператора 8 в виносний теплообмінник 11, трубопровід 24 для подавання газів дистиляції з колони дистиляції 4 в пристрій 9 для конденсації-абсорбції газів дистиляції другої ступені, насос 25 для подавання розчину карбамату амонію з пристрою 9 для конденсації-абсорбції газів дистиляції другої ступені в виносний теплообмінник 11, насос 26 для подавання розчину карбамату амонію з промивної колони 10 в реактор синтезу 1, трубопровід 27 для подавання зворотного аміаку з конденсатора 12 до насоса 14, трубопровід 28 для випуску очищених от аміаку інертних газів в атмосферу, трубопровід 29 для подавання інертних газів з домішкою аміаку в хвостовий абсорбер (на Фіг.1 не показаний), трубопровід 30 для подавання сокової пари з теплообмінника-рекуператора 8 в

вузол конденсації парів стадії випарювання (на Фіг.1 не показаний), трубопровід 32 для подавання газів дистиляції з плівкового теплообмінника 3 в колону 2, трубопровід 31 для подавання газів дистиляції з плівкового теплообмінника 3 в трубопровід 21.

Установка, яка зображена на Фіг.2, відрізняється від установки, зображеної на Фіг.1, тільки тим, що трубопровід 21 призначений для подавання газів дистиляції з колони 2 безпосередньо в виносний теплообмінник 11, трубопровід 31 - для подавання газів дистиляції з плівкового теплообмінника 3 в міжтрубний простір рекуперативного теплообмінника 5, а трубопровід 32 відсутній.

Установка, яка зображена на Фіг.3, відрізняється від установки, зображеної на Фіг.2, тільки тим, що трубопровід 31 призначений для подавання газів дистиляції з плівкового теплообмінника 3 безпосередньо в міжтрубний простір теплообмінника-рекуператора 8, трубопровід 22 відсутній, а теплообмінник 5 містить засоби для підведення пари з зовнішнього джерела і відведення конденсату.

Суть винаходу ілюструється також приведеніми нижче прикладами 1-3, які описують конкретне втілення запропонованого способу і роботу запропонованої установки.

Приклад 1.

Відповідно з Фіг.1 в колону синтезу 1 надходить рідкий аміак, який подається насосом 14, двооксид вуглецю, який подається компресором 15, і зворотний розчин карбамату амонію, який подається насосом 26. В колоні 1 при тиску 180-200 кгс/см² і температурі 180-195°C здійснюється синтез карбаміду з утворенням плаву (газорідинової суміші), який містить карбамід, воду, карбамат амонію, не перетворений в карбамід, і надлишковий аміак. Плав дроселюється до тиску 15-25 кгс/см² і по трубопроводу 16 надходить з температурою 125°C в колону дистиляції першої ступені 2, яка обладнана масо- і теплообмінними пристроями, де при підведенні тепла або без нього відбувається розклад частини карбамату амонію і виділення з плаву аміаку і двооксиду вуглецю. Плав з колони 2 надходить в плівковий теплообмінник 3, який обігрівается паром, де при тому ж тиску і 150-165°C завершується процес дистиляції. В плівковий теплообмінник 3 по трубопроводу 17 надходить частина двооксиду вуглецю від компресора 15. Газ з плівкового теплообмінника 3 з температурою 148-150°C надходить по трубопроводу 32 в колону 2, де знову контактують з плавом карбаміду, нагріваючи його до 138-140°C, або, частково чи повністю, по трубопроводу 31 в трубопровід 21. Плав з плівкового теплообмінника 3 дроселюється до тиску 1,5-5 кгс/см² і по трубопроводу 18 надходить в колону дистиляції другої ступені 4, де при зазначеному тиску продовжується розклад карбамату амонію і виділення з плаву аміаку і двооксиду вуглецю, які завершуються в рекуперативному теплообміннику 5 і сепараторі 6. Рекуперативний теплообмінник 5 обігрівается газами дистиляції першої ступені, які подаються в його міжтрубний простір з колони 2 і плівкового теплообмінника 3 (безпосередньо або через коло-

ну 2) по трубопроводу 21. Розчин карбаміду з сепаратора 6, практично звільнений від карбамату амонію, дроселюється до атмосферного тиску і по трубопроводу 19 надходить в сепаратор 7 і далі в труби теплообмінника-рекуператора 8, де в плівковому режимі відбувається часткове випарювання води з розчину за рахунок теплообміну з газами дистиляції, які надходять в міжтрубний простір теплообмінника-рекуператора 8 з міжтрубного простору рекуперативного теплообмінника 5 по трубопроводу 22. Розчин карбаміду концентрацією -78% з теплообмінника-рекуператора 8 прямує на подальше випарювання і гранулювання відомими способами по трубопроводу 20. Газ з дистиляції другої ступені з колони 4 конденсується в апараті 9 з утворенням розведеного розчину карбамату амонію. Газ з дистиляції першої ступені з домішкою рідких продуктів їх конденсації з міжтрубного простору теплообмінника-рекуператора 8 надходять з температурою 110-115°C в виносний теплообмінник 11 промивної колони 10. В цих апаратах здійснюється конденсація-абсорбція газів дистиляції при їх контакті з водою, рідким аміаком і розчином карбамату амонію, одержаним при конденсації-абсорбції газів дистиляції другої ступені в апараті 9. Очищений газоподібний аміак, що вилучається з верхньої частини промивної колони, конденсується при охолодженні водою в конденсаторі 12 і повертається по трубопроводу 27 в лінію всмоктування насоса 14. Не сконденсовані газ з промиваються від залишків аміаку водою в скруббері 13 і виводяться в атмосферу по трубопроводу 28. Утворений в нижньої частини промивної колони 10 і виносному теплообміннику 11 концентрований розчин карбамату амонію повертається в реактор синтезу 1 насосом 26. Пари з сепаратора 7 і теплообмінника 9 надходять по трубопроводу 29 в санітарний абсорбер (на Фіг.1 не показаний). Пари з теплообмінника-рекуператора 8 по трубопроводу 30 надходять в вузол конденсації парів стадії випарювання (на Фіг.1 не показаний).

Приклад 2.

Процес здійснюють на установці, схема якої зображена на Фіг.2, в основному, аналогічно прикладу 1. Відміна полягає в тому, що газ з плівкового теплообмінника 3 з температурою 148-150°C надходить по трубопроводу 31 в міжтрубний простір рекуперативного теплообмінника 5 і далі в міжтрубний простір теплообмінника-рекуператора 8, а звідти - в виносний теплообмінник 11 промивної колони 10, куди надходять також газ з колони 2 по трубопроводу 21. Розчин карбаміду концентрацією -84% з теплообмінника-рекуператора 8 направляється на подальше випарювання і гранулювання відомими способами по трубопроводу 20.

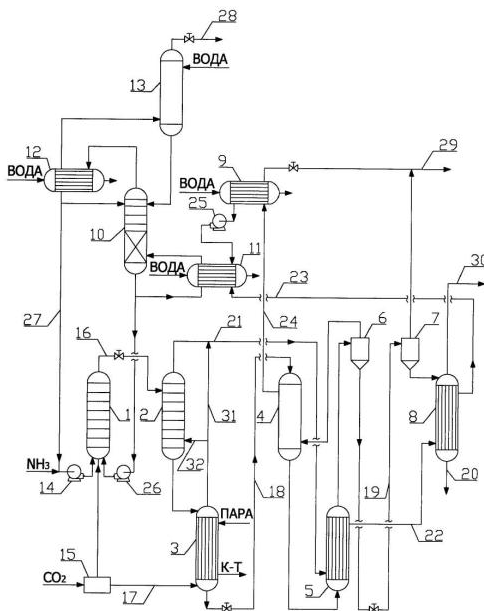
Приклад 3.

Процес здійснюють на установці, схема якої зображена на Фіг.3, в основному, аналогічно прикладу 2. Відміна полягає в тому, що газ з плівкового теплообмінника 3 з температурою 148-150°C надходить по трубопроводу 31 в міжтрубний простір теплообмінника-рекуператора 8, в обхід міжтрубного простору рекуперативного теплообмінника 5, а звідти - в виносний теплообмінник 11 промивної колони 10, куди надходять також газ з

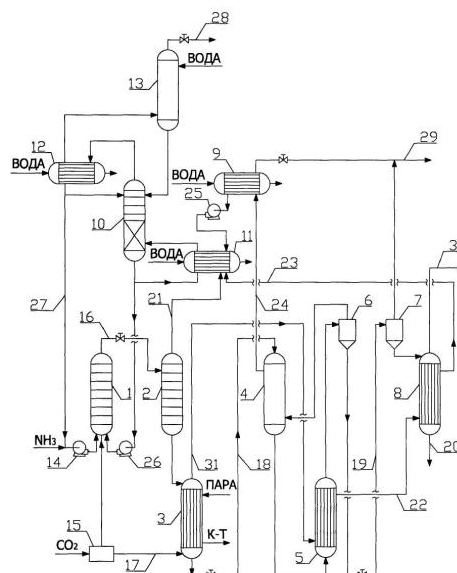
колони 2 по трубопроводу 21. Теплообмінник 5 обігривається паром з зовнішнього джерела. Розчин карбаміду концентрацією -80% з теплообмінника-рекуператора 8 направляється на подальше

випарювання і гранулювання відомими способами по трубопроводу 20.

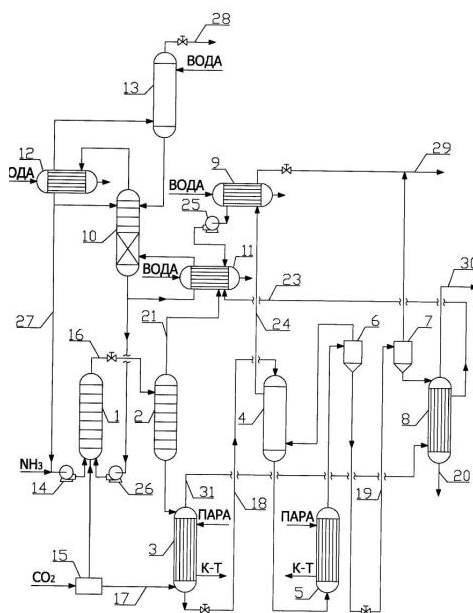
Винахід може бути використаний для виробництва карбаміду з аміаку і двооксиду вуглецю.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3