



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 95610

(13) C2

(51) МПК (2011.01)

C07C 273/04 (2006.01)

B01J 19/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ МОДЕРНІЗАЦІЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ СЕЧОВИНИ, СПОСІБ ТА УСТАНОВКА ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ СЕЧОВИНИ

1

(21) а200803920

(22) 28.03.2008

(24) 25.08.2011

(31) 07006566.9

(32) 29.03.2007

(33) EP

(46) 25.08.2011, Бюл.№ 16, 2011 р.

(72) ЗАРДІ ФЕДЕРІКО, СН/СН

(73) UREA КАСАЛЕ С.А., СН

(56) EP 1036787 A1, 20.09.2000

EP 0136764 A, 10.04.1985

US 5660801 A, 26.08.1997

EP 0435008 A1, 03.07.1991

(57) 1. Спосіб модернізації установки (1) для одержання сечовини, що включає реактор (2) для синтезу сечовини, засоби (7, 8) для подачі аміаку й діоксиду вуглецю в реактор (2) для синтезу сечовини, пристрій (3) десорбції за допомогою діоксиду вуглецю для обробки реакційної суміші, що виходить із реактора (2) і містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, із частковим розкладанням карбамату й частковим виділенням незв'язаного аміаку до одержання таким чином, відповідно, потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, і потоку, що містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині, секцію витягання сечовини для обробки потоку, що виходить із пристрою (3) десорбції й містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині, для виділення сечовини із карбамату, що залишився у водному розчині, щонайменше один пристрій (4) плівкової конденсації для часткової конденсації зазначеного потоку, що виходить із пристрою (3) десорбції й містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, до одержання, таким чином, потоку рідини, що містить карбамат у водному розчині, і потоку газу, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, засоби (14, 15), відповідно, для подачі потоку, що містить карбамат у водному розчині, і потоку газу, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, у зазначений реактор (2) для синтезу сечовини, причому забезпечують зазначений щонайменше один пристрій (4) конденсації засобами для по суті повної конденсації щонайменше частини потоку,

2

що виходить із пристрою (3) десорбції й містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, до одержання потоку, що містить сечовину й карбамат у водному розчині,

який **відрізняється** тим, що він включає етапи:

забезпечення другого пристрою (47) десорбції, забезпечення засобу (9) для подачі першої частини потоку реакційної суміші, що виходить із реактора (2) і містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, у зазначений пристрій (3) десорбції,

забезпечення засобу (48) для подачі другої частини потоку реакційної суміші, що виходить із реактора (2) і містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, у зазначений другий пристрій (47) для десорбції, і

забезпечення засобу (49) для подачі щонайменше частини потоку, що виходить із зазначеного другого пристрою (47) десорбції й містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, безпосередньо в реактор (2) синтезу.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що він додатково включає етапи: забезпечення засобу (36) для подачі всього потоку, що виходить із зазначеного пристрою (3) десорбції й містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, у нижню частину щонайменше одного зазначеного пристрою (4) конденсації,

забезпечення засобу (49) для подачі всього потоку, що виходить із другого пристрою (47) десорбції й вміщуючий аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, безпосередньо в реактор (2).

3. Спосіб за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що він додатково включає етап забезпечення засобу (50) для подачі потоку, що виходить із другого пристрою (47) десорбції й містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині, у згадану секцію витягання сечовини.

4. Спосіб за одним з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що в другому пристрої (47) десорбції як інертний газ для десорбції використовують діоксид вуглецю, і додатково забезпечують засоби (52) для подачі частини вихідного діоксиду вуглецю в другий пристрій (47) для десорбції.

5. Спосіб одержання сечовини, який **відрізняється** тим, що він включає етапи:

(13) C2

(11) 95610

(19) UA

взаємодії аміаку й діоксиду вуглецю в реакційному просторі (2) до одержання реакційної суміші, що містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині,

подачі першої частини цієї реакційної суміші в секцію (3) десорбції за допомогою діоксиду вуглецю й обробки зазначеної першої частини із частковим розкладанням карбамату й частковим виділенням незв'язаного аміаку до одержання першого потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, і першого потоку, що містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині,

подачі другої частини реакційної суміші в другу секцію (47) десорбції й обробки зазначеної другої частини із частковим розкладанням карбамату й частковим виділенням незв'язаного аміаку до одержання другого потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, і другого потоку, що містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині,

подачі зазначених першого й другого потоків, що містять сечовину й карбамат, що залишилися у водному розчині, у секцію витягання сечовини, подачі щонайменше частини зазначеного першого потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, щонайменше в один пристрій (4) конденсації й проведення по суті повної конденсації щонайменше зазначеної частини потоку до одержання потоку, що містить сечовину й карбамат у рідкій фазі,

подачі щонайменше частини зазначеного другого потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, безпосередньо в реакційний простір (2), і подачі потоку, що містить сечовину й карбамат у рідкій фазі, у реакційний простір (2).

6. Спосіб за п. 5, який **відрізняється** тим, що зазначений перший потік, що надходить із пристрою (3) десорбції й містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, подають щонайменше в один пристрій (4) конденсації, а зазначений другий потік, що надходить із другого пристрою (47) десорбції й містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, подають у реакційний простір (2).

7. Спосіб за п. 5 або 6, який **відрізняється** тим, що зазначена друга частина реакційної суміші, що містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, що подають у другу секцію (47) десорбції, становить меншу частину всього потоку реакційної суміші, що виходить із реакційного простору (2).

8. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що зазначена менша частина, що подають у другий пристрій (47) десорбції, становить приблизно третю частину всього потоку реакційної суміші, що виходить із реакційного простору (2).

9. Установка для одержання сечовини, що включає

реактор (2) для синтезу сечовини, засоби (7, 8) для подачі аміаку й діоксиду вуглецю в реактор для синтезу сечовини, перший пристрій (3) десорбції за допомогою діоксиду вуглецю для обробки першої частини реакційної суміші, що виходить із реактора (2) і містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, із частковим розкладанням карбамату й частковим виділенням незв'язаного аміаку до одержання першого потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, і першого потоку, що містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині,

щонайменше один пристрій (4) конденсації, що містить пучок труб, заповнених рідкою фазою, для конденсації газоподібної фази при проходженні через цю рідку фазу,

яка **відрізняється** тим, що вона додатково включає

другий пристрій (47) десорбції,

засіб (9) для подачі першої частини потоку реакційної суміші, що виходить із реактора (2) і містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, у перший пристрій (3) десорбції,

засіб (48) для подачі другої частини потоку реакційної суміші, що виходить із реактора (2) і містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, у другий пристрій (47) десорбції, і

засіб (49) для подачі щонайменше частини потоку, що виходить із другого пристрою (47) десорбції й містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, безпосередньо в реактор (2).

10. Установка за п. 9, яка **відрізняється** тим, що вона включає

засіб (36) для подачі потоку, що виходить із зазначеного пристрою (3) десорбції й містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, безпосередньо щонайменше в один пристрій (4) конденсації, що містить пучок труб, заповнених рідкою фазою, для конденсації газоподібної фази при проходженні через цю рідку фазу, і

засіб (49) для подачі потоку, що виходить із другого пристрою (47) десорбції й який містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, безпосередньо в реактор (2).

11. Установка за п. 9 або 10, яка **відрізняється** тим, що вона додатково включає засіб (50) для подачі потоку, що виходить із другого пристрою (47) десорбції й містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині, у зазначену секцію витягання сечовини.

12. Установка за одним з пп. 9-11, яка **відрізняється** тим, що в другому пристрої (47) десорбції як інертний газ для десорбції використовують діоксид вуглецю, і вона додатково включає засіб (52) для подачі частини вихідного діоксиду вуглецю в другий пристрій (47) десорбції.

Даний винахід відноситься до способу модернізації установки для одержання сечовини по ме-

тоду з використанням десорбції за допомогою діоксиду вуглецю.

Зокрема, даний винахід відноситься до способу модернізації установки для одержання сечовини цього типу, що включає:

- реактор для синтезу сечовини;
- засіб для подачі аміаку й діоксиду вуглецю в реактор для синтезу сечовини;
- пристрій десорбції за допомогою діоксиду вуглецю для обробки вихідної з реактора реакційної суміші, що містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, із частковим розкладанням карбамату й із частковим виділенням незв'язаного аміаку до одержання, відповідно, потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, і потоку, що містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині;
- секцію витягу для потоку, що виходить із пристрою десорбції й містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині, для виділення сечовини із карбамату, що залишився у водному розчині;
- щонайменше один пристрій плівкової конденсації, що включає пучок труб для часткової конденсації потоку, що виходить із пристрою десорбції й містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, до одержання потоку рідини, що містить карбамат у водному розчині, і потоку газу, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі;
- засобу для подачі, відповідно, потоку, що містить карбамат у водному розчині, і потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, у реактор для синтезу сечовини.

У наступному описі й у прикладній формулі винаходу термін "модернізація" означає модифікацію вже наявної установки з метою поліпшення її робочих характеристик і забезпечення, наприклад, збільшення виробничої потужності й/або виходу продукту, й/або зниження енергоспоживання.

У наступному описі й у прикладній формулі винаходу термін "пристрій плівкової конденсації" означає пристрій, у якому конденсація газоподібної фази відбувається в рідинній плівці, що стікає вниз усередині ряду труб, у прямого потоку з потоком газу. Рідина плівка тече по стінці труби, тоді як газоподібна фаза проходить усередині труб.

Відповідно до іншої особливості даний винахід відноситься також до способу одержання сечовини, а також до установки для здійснення цього способу.

У даній області техніки останнім часом були описані способи модернізації наявних установок для одержання сечовини за допомогою десорбції за допомогою діоксиду вуглецю.

Зокрема, патент EP 1036787 розкриває спосіб модернізації установки для одержання сечовини, як зазначено вище, у якому потік, що надходить із пристрою десорбції й містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, розділяють на меншу частину й більшу частину. Меншу частину направляють безпосередньо в реактор синтезу для регулювання в ньому температури реакції (тепловий баланс), у той час як більшу частину направляють у пристрій конденсації.

Крім того, уже наявний пристрій плівкової конденсації модифікований й, зокрема, він перетворений в пристрій конденсації заглибного типу (за-

глибний конденсатор) для здійснення в основному повної конденсації більшої частини потоку, що виходить із пристрою десорбції й містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, до одержання, таким чином, потоку, що містить сечовину й карбамат у водному розчині.

Таким чином, завдяки використанню пристрою конденсації заглибного типу, що забезпечує більш високу ефективність експлуатації, чим пристрій плівкової конденсації, досягають збільшення виходу продукту й підвищення виробничої потужності.

У наступному описі й прикладній формулі винаходу термін "пристрій конденсації заглибного типу" означає пристрій, у якому рідка фаза заповнює (занурює) пучок труб, і в якому конденсація газоподібної фази відбувається при проходженні через цю рідку фазу. Інакше кажучи, у цьому випадку пристрій конденсації працює при заповнених рідиною трубах трубного пучка, на відміну від пристрою плівкової конденсації, у якому труби, в основному, незаповнені.

Незважаючи на переваги з деяких точок зору, у даній області техніки постійно існує необхідність у розробці інших способів модернізації згаданої установки, що дозволяють задовольняти конкретні потреби, у той же час забезпечуючи високу виробничу потужність й/або вихід продукту при низьких капіталовкладеннях і витратах виробництва, а також при низькому енергоспоживанні.

Відповідно, технічне завдання, що лежить в основі даного винаходу, полягає в розробці такого способу модернізації установки для одержання сечовини за допомогою десорбції за допомогою діоксиду вуглецю, що дозволяє забезпечити більшу виробничу потужність і високий вихід продукту, припускає низьку енергоємність і низькі витрати на капітальні вкладення й з технічної точки зору легко здійснимо.

Відповідно до даного винаходу це завдання вирішене за допомогою описаного вище способу, що, крім того, включає етап:

- забезпечення щонайменше в одному зазначеному пристрої конденсації засобів для здійснення по суті повної конденсації щонайменше частини потоку, що виходить із зазначеного пристрою десорбції й вміщуючий аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, до одержання потоку, що містить сечовину й карбамат у водному розчині,

і який відрізняється тим, що включає етапи:

- забезпечення другого пристрою десорбції;
- забезпечення засобу для подачі першої частини потоку реакційної суміші, що виходить із реактора й містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, у зазначений пристрій десорбції;
- створення засобу для подачі другої частини потоку реакційної суміші, що виходить із реактора й містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, у другий пристрій десорбції;
- створення засобу для подачі щонайменше частини потоку, що виходить із другого пристрою десорбції й вміщуючий аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, безпосередньо в реактор синтезу.

Основна перевага способу модернізації, пропонованого в даному винаході, полягає в тому, що, в основному, забезпечується усунення "вузьких

місць" устаткування секції, що працює при високому тиску, після реактора синтезу, що особливо важливо на установках з більшим устаткуванням.

Щодо цього даний винахід дозволяє, з одного боку, значно підвищити коефіцієнт теплопередачі й, отже, ефективність експлуатації вже наявного пристрою конденсації, а, з іншого боку, значно підвищити пропускну здатність і ефективність обробки (десорбції) реакційної суміші, що виходить із реактора синтезу, останнє - просто за рахунок установки додаткового нового пристрою десорбції на лінії, що йде від реактора.

У результаті - загальна виробнича потужність і вихід продукту вище, ніж у відомих установках.

До того ж, зазначений результат досягають простим і ефективним способом, при мінімальному втручанні в роботу секції синтезу при високому тиску на наявній установці й при обмеженому споживанні енергії.

Відповідно, також обмеженими/низькими є витрати на капітальні вкладення, впровадження й витрати виробництва, необхідні при використанні способу модернізації, пропонованого в даному винаході.

Щодо цього слід зазначити, що завдяки даному винаходу не проводиться ні модернізація вже наявного пристрою конденсації, ні його заміна новими пристроями, а переважно він зберігається в колишньому виді, і потрібні лише невеликі зміни усередині пристрою (пристроїв) конденсації, щоб забезпечити в основному повну конденсацію подаваної в нього газоподібної фази. Більше того, витрати на капітальні вкладення, необхідні у зв'язку з установкою додаткового пристрою десорбції на лінії, що йде від реактора синтезу, нижче тих витрат, які потрібні при модифікації наявного пристрою десорбції з метою підвищення його пропускну здатності.

Відповідно, низькими є також витрати на капітальні вкладення, впровадження й витрати виробництва, необхідні при використанні способу модернізації, пропонованого в даному винаході.

Крім того, завдяки створенню засобу для подачі щонайменше частини потоку, що виходить із нового пристрою десорбції й вміщуючий аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, безпосередньо в реактор синтезу частину реагентів у газоподібній фазі, необхідну для регулювання температури усередині реактора (тепловий баланс), більше вже не потрібно пропускати через пристрій конденсації разом з рідкою фазою, як на відомих установках. Таким чином, можна змінити внутрішню частину пристрою конденсації, так щоб, в основному, забезпечити конденсацію всіх подаваних у нього газоподібних реагентів (що надходять із раніше існуючого пристрою десорбції й/або нового пристрою десорбції), і, отже, працювати з максимальною можливою ефективністю.

Відповідно до кращого варіанта здійснення даного винаходу цей спосіб модернізації включає ще етап:

- створення засобу для подачі всього потоку, що виходить із зазначеного пристрою десорбції й вміщуючий аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі,

безпосередньо в нижню частину щонайменше одного зазначеного пристрою конденсації;

- створення засобу для подачі всього потоку, що виходить із другого пристрою десорбції й вміщуючий аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, безпосередньо в реактор.

У цьому варіанті здійснення винаходу не проводиться поділ газоподібної фази, а навпаки, проводиться поділ тільки рідкої фази (реакційної суміші, що виходить із реактора), що переважно зробити простіше й що дозволяє краще регулювати поділювані частини рідкої фази.

Крім того, у цьому варіанті здійснення винаходу реакційну суміш, що містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, переважно подають у меншій кількості в другий (новий) пристрій десорбції й у більшій кількості - в (раніше існуючий) пристрій десорбції. Кількість меншої частини реакційної суміші для подачі в другий пристрій десорбції залежить від експлуатаційного режиму установки й визначається таким чином, щоб забезпечити надходження належної кількості реагентів у газоподібній фазі із другого пристрою десорбції в реактор синтезу для регулювання в ньому температури (тепловий баланс).

Зазначена менша частина, що подають у новий пристрій десорбції, переважно становить приблизно третю частину (1/3) реакційної суміші, що містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, а зазначена більша частина, що подають у наявний пристрій десорбції, становить приблизно дві третини зазначеної реакційної суміші.

Відповідно до ще однієї особливості даного винаходу в другому пристрої десорбції як інертний газ для десорбції використовується діоксид вуглецю, і спосіб модернізації включає ще етап забезпечення засобу для подачі частини вихідного діоксиду вуглецю в другий пристрій десорбції.

Відповідно до іншої особливості даний винахід відноситься до способу одержання сечовини, що відрізняється тим, що він включає етапи:

- взаємодії аміаку й діоксиду вуглецю в реакційному просторі до одержання реакційної суміші, що містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині;

- подачі першої частини реакційної суміші в секцію десорбції за допомогою діоксиду вуглецю й обробки зазначеної першої частини із частковим розкладанням карбамату й частковим виділенням незв'язаного аміаку до одержання першого потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, і першого потоку, що містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині;

- подачі другої частини реакційної суміші в другу секцію десорбції й обробки зазначеної другої частини із частковим розкладанням карбамату й частковим виділенням незв'язаного аміаку до одержання другого потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, і другого потоку, що містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині;

- подачі зазначеного першого потоку й зазначеного другого потоку, що містять сечовину й кар-

багат, що залишився у водному розчині, у секцію витягу сечовини;

- подачі щонайменше частини зазначеного першого потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, щонайменше в один пристрій конденсації й, в основному, повній конденсації щонайменше зазначеної частини першого потоку до одержання потоку, що містить сечовину й карбамат у рідкій фазі;

- подачі щонайменше частини зазначеного другого потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, безпосередньо в реакційний простір і

- подачі потоку, що містить сечовину й карбамат у рідкій фазі, у реакційний простір.

Відповідно до ще однієї особливості даний винахід, крім того, відноситься до установки, призначеної для здійснення зазначеного способу одержання сечовини, що включає: - реактор для синтезу сечовини;

- засіб для подачі аміаку й діоксиду вуглецю в реактор для синтезу сечовини;

- перший пристрій десорбції за допомогою діоксиду вуглецю для обробки першої частини реакційної суміші, що виходить із реактора й містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, із частковим розкладанням карбамату й частковим виділенням незв'язаного аміаку до одержання першого потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, і першого потоку, що містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині;

- щонайменше один пристрій конденсації заглибного типу; і яка відрізняється тим, що вона, крім того, включає:

- другий пристрій десорбції;

- засіб для подачі першої частини потоку реакційної суміші, що виходить із реактора й містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, у перший пристрій десорбції;

- засіб для подачі другої частини потоку реакційної суміші, що виходить із реактора й містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, у другий пристрій десорбції й

- засіб для подачі щонайменше частини потоку, що виходить із другого пристрою десорбції й вміщувачий аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, безпосередньо в реактор синтезу.

Відповідно до винаходу, установи, призначені для здійснення цього способу одержання сечовини, можуть бути виконані як шляхом спорудження нових установок, так і шляхом модифікації наявних установок, щоб забезпечити збільшення виробничої потужності й у певних випадках - поліпшення робочих характеристик з погляду енергоспоживання.

Додаткові відмітні ознаки й переваги даного винаходу будуть більше очевидні з наведеного нижче не обмежуючого опису двох варіантів здійснення способу модернізації й способу синтезу сечовини, пропонуваного у даному винаході, з посиланням на прикладені креслення.

На кресленнях показано:

на фіг. 1 - схематично й частково відома установка для одержання сечовини у відповідності зі

способом десорбції за допомогою діоксиду вуглецю;

на фіг. 2 - схематично й частково установка для одержання сечовини у відповідності зі способом десорбції за допомогою діоксиду вуглецю, виконана шляхом модернізації установки, показаної на фіг. 1, відповідно до одного варіанта здійснення способу модернізації, пропонуваного в даному винаході.

Щоб спростити розкриття даного винаходу, на фіг. 1 схематично представлена тільки частина установки для одержання сечовини, і більш точно показана секція синтезу, що працює при високому тиску, (контур синтезу); інші секції не мають важливого значення для розуміння даного винаходу.

Крім того, конкретні посилання на звичайні, по суті, сполучні трубопроводи для різних частин установки, описаних нижче й показаних на фіг. 1, даються тільки в тому випадку, якщо в цьому є певна необхідність.

Як видно з фіг. 1, наявна установка для одержання сечовини у відповідності зі способом десорбції за допомогою діоксиду вуглецю, характерною рисою якої є рециркуляція реагентів у реакційний простір, у цілому позначена цифрою 1.

Установка 1 і, зокрема, секція синтезу, що працює при високому тиску включає реактор 2 (або реакційний простір) для синтезу сечовини, пристрій 3 десорбції за допомогою діоксиду вуглецю, секцію конденсації, у якій є вертикальний пристрій 4 плівковій конденсації, і пристрій 5 промивання від пасиваторів і інших можливих речовин, нейтральних стосовно реакції.

Крім того, установка 1 включає секцію витягу отриманої сечовини, не представлену на фіг. 1, і пристрій 6 для відділення пари, отриманого при подачі охолодженої рідини в пристрій 4 конденсації.

Реактор 2 звичайно працює при температурі від 180 до 185 °C при молярному відношенні NH_3/CO_2 , що становить 2,8-3,0, при молярному відношенні $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$, що становить 0,4-0,5, і при виході продукту 58-60 %.

Технологічний (ізобарний) тиск у секції синтезу на фіг. 1 звичайно становить від 140 до 145 бар. Такий тиск у процесі синтезу сечовини звичайно вказують як "високий", у порівнянні з термінами "середній" (приблизно 18 бар) і "низький" (3-4 бар) тиск, відповідно, які використовуються в даній області техніки для вказівки тиску в секціях, розташованих після контуру синтезу.

На фіг. 1 цифрами 7-21, як правило, позначені відповідні засоби для подачі різних потоків у пристрої на установці 1 для одержання сечовини.

Ці засоби для подачі включають трубопроводи або сполучні труби, насоси, компресори, ежектори й інші відомі пристрої, звичайно використовувані на установках такого типу, і тому далі їхній опис не наведений.

У даному описі й у прикладеній формулі винаходу, якщо не зазначено інакше, терміни "засоби для подачі, з'єднання або відводу", як правило, означають трубопроводи, сполучні трубопроводи або труби, насоси, компресори, ежектори або інші відомі пристрої, які використовуються на установці

для транспортування потоку рідини або газу з однієї ділянки на іншій.

Зокрема, цифрами 7 і 8 позначені відповідні засоби для подачі потоку газу, що містить вихідний діоксид вуглецю, у пристрій 3 десорбції, і потоку, що містить вихідний аміак (у рідкій фазі), - у пристрій 4 конденсації.

Вихідний діоксид вуглецю, що подають у пристрій 3 десорбції за допомогою засобу 7, використовується як інертний газ для десорбції реакційної суміші, що містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, що виходить із реактора 2 і яку направляють у пристрій 3 за допомогою засобу 9.

Пристрій 3 десорбції є пристроєм плівкового типу із зовнішнім паровим обігрівом. Засоби для подачі й відводу пари для обігріву пристрою 3 десорбції в межтрубній зоні, як правило, позначені цифрою 22.

Реакційна суміш, що протікає в пристрої 3 униз у протитоці з потоком газу, що містить діоксид вуглецю, піддається обробці із частковим розкладанням карбамату й частковим виділенням незв'язаного аміаку до одержання потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, і потоку, що містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині.

Потік, що містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині, відводять із нижньої частини пристрою 3 десорбції й подають у секцію витягу сечовини (не представлена) за допомогою засобу 10 для подачі. Потік газу, отриманий у пристрої 3 десорбції й вмішуваний, крім аміаку й діоксиду вуглецю, ще й воду, впливає з верхньої частини цього пристрою 3 і за допомогою засобу 11 для подачі подається у верхню частину пристрою 4 конденсації.

Пристрій 4 конденсації являє собою вертикальний пристрій плівкової конденсації, призначений для часткової конденсації всього потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, що надходить із пристрою 3 за допомогою засобу 11.

Крім того, у верхню частину пристрою 4 конденсації за допомогою засобу 8, поряд з рециркуляційним потоком, що містить аміак і карбамат у водному розчині, подають потік, що містить вихідний аміак. Рециркуляційний аміак і карбамат у водному розчині за допомогою засобу 13 подачі подають у потік, що містить вихідний аміак. Між реактором 2 і засобом 13 подачі передбачений також засіб 12 сполуки.

Часткова конденсація газоподібної фази відбувається в результаті контакту цієї фази з рідкою фазою, що стікає в прямотоці вниз усередині численних труб трубного пучка, поміщеного в корпус пристрою 4 конденсації. Фазу, що включає аміак і діоксид вуглецю у вигляді газу, а також фазу, що включає карбамат у водному розчині, з нижньої частини пристрою 4 конденсації окремо, за допомогою відповідних засобів 14, 15 для подачі направляють у реактор 2 для синтезу сечовини.

Тепло, одержуване в пристрої 4 під час часткової конденсації потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, відводять, пропускаючи через пучок труб - у міжтрубній зоні - потік холодної рідини, тобто води, до одержання пари регенерації (звичайно з тиском 4,5 бар абс).

Потік води подають у міжтрубну зону пристрою 4 конденсації за допомогою засобу 16, а відводять із цього пристрою за допомогою засобу 17.

Потік води, що виходить із пристрою 4 і містить також водяну пару, що утворилася при теплообміні через стінку (непрямому теплообміні) з технологічними рідинами, що проходять у трубному просторі в пристрої 4 конденсації, за допомогою засобу 17 подають у пристрій 6 для відділення (поділу) отриманої пари від води. Цю воду за допомогою засобу 16 повертають у міжтрубну зону пристрою 4 конденсації, тоді як пара за допомогою засобу 18 відводять із пристрою 6 для поділу.

Технічною мовою в даній області техніки для позначення пристрою 6 для поділу використовують також термін "парозбірник".

Крім того, для захисту пристроїв секції синтезу, що працює при високому тиску, від корозії на установці 1 є можливість пропускати через ці пристрої один або декілька пасиваторів, нейтральних стосовно реакції синтезу сечовини, наприклад, кисень або повітря.

Із цією метою звичайно передбачають засоби для подачі потоку газу, що містить пасиватори, у пристрій 3 десорбції й із цього пристрою десорбції - у реактор 2 синтезу із проходженням через пристрій 4 конденсації.

У прикладі, показаному на фіг. 1, пасиватори безпосередньо змішують із потоком газу, що містить вихідний діоксид вуглецю, тому згаданий засіб для подачі потоку газу, що містить пасиватори, відповідає засобу 7 для подачі.

Крім того, потік газу, що містить діоксид вуглецю, що за допомогою засобу 7 подають у пристрій 3 десорбції, містить деяку кількість, наприклад, 1-3 об. %, інших нейтральних речовин, які разом з пасиваторами проходять через різні пристрої секції синтезу, що працює при високому тиску.

Потік нейтральних речовин проходить через реактор 2 для синтезу сечовини, захоплюючи частину непрореагувавшего аміаку й діоксиду вуглецю в паровій фазі, а потім з верхньої частини реактора 2 за допомогою засобу 19 подається в промивний пристрій 5.

У промивному пристрої 5 аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі конденсуються за допомогою використовуваного для промивання потоку, що містить у прикладі на фіг. 1 карбамат у водному розчині, що надходить із секції витягу сечовини (не представлена) і направляється в пристрій 5 за допомогою засобу 20.

Із промивного пристрою 5 відвід пасиваторів і нейтральних речовин в основному із секції синтезу, що працює при високому тиску, здійснюється за допомогою засобу 21, у той час як потік для промивання, відповідним чином збагачений аміаком і діоксидом вуглецю, за допомогою засобу 13 направляють у пристрій 4 конденсації.

Як видно з фіг. 2, установка для одержання сечовини, показана на фіг. 1, переважно представлена зі змінами відповідно до кращого варіанта здійснення способу модернізації, пропонуваного в даному винаході.

Установка, отримана в результаті здійснення способу модернізації відповідно до зазначеного кращого варіанта здійснення винаходу, у цілому позначена цифрою 46.

На фіг. 2 елементи установки 46, еквівалентні відносно конструкції й режиму роботи елементам, показаним на фіг. 1, позначені однаковими номерами позицій і повторно не описані.

Завдяки даному винаходу переважно модифікована внутрішня частина пристрою 4 конденсації, так щоб простим і ефективним способом забезпечити в основному повну конденсацію потоку газу, що надходить із пристрою 3 десорбції й вміщуючий аміак і діоксид вуглецю.

Інакше кажучи, наявний вертикальний пристрій плівкової конденсації переважно перетворено у вертикальний пристрій конденсації "заглибного" типу, тобто з пучком труб, заповнених рідиною для конденсації, що значно підвищує ефективність експлуатації цього пристрою й, отже, його пропускну здатність. Крім того, така модифікація дозволяє збільшити час перебування для утворення карбамату в пристрої 4 конденсації, що частково вступляє в реакцію з утворенням сечовини.

Відповідний засіб для перетворення пристрою конденсації "плівкового типу" у пристрій конденсації "заглибного типу" у даній області техніки добре відомо. Кращим засобом є засіб, розкритий в EP 1036787 і/або ЕО 1333918, які включені в даний опис за допомогою посилання. Крім того, відповідно до варіанта здійснення винаходу, представленого на фіг. 2, засіб 11 на наявній установці, показаної на фіг. 1, модифіковано й створено засіб 36 для подачі потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, із пристрою 3 десорбції в нижню частину пристрою 4 конденсації. Засіб 36 включає, наприклад, сполучний трубопровід. Крім того, засіб 8 на наявній установці, показаної на фіг. 1, модифіковано таким чином, щоб подавати рециркулюючий потік, що містить аміак і розчин карбамату у водному розчині, і вихідний аміак у нижню частину пристрою 4 конденсації.

У пристрої 4 конденсації рідина для конденсації, що містить карбамат у водному розчині й аміак, переважно циркулює усередині пучка труб, роблячи рух як у термосифоні. Потік, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, замість цього за допомогою засобу 36 подається в нижню зону пристрою 4 конденсації, поблизу нижньої частини пучка труб. Таким чином, аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі проходять через пристрій 4 конденсації знизу нагору в прямотоці з рідиною для конденсації, із пробулькуванням усередині заповнених рідиною труб трубного пучка, і з більшим коефіцієнтом теплопередачі в трубному просторі.

Більше того, відповідно до даного способу модернізації на лінії, що йде від реактора 2 синтезу, створений другий пристрій 47 десорбції.

Крім того, для подачі першої частини потоку реакційної суміші, що виходить із реактора 2 синтезу й вміщуючу сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, у наявному пристрої 3 десорбції використовується засіб 9, а для подачі другої частини потоку реакційної суміші, що виходить із реактора 2 синтезу й вміщуючу сечовину,

карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, у другому пристрої 47 десорбції створений засіб 48.

У даному прикладі в другому пристрої 47 десорбції частина вихідного діоксиду вуглецю використовується як інертний газ для десорбції другої частини реакційної суміші, що виходить із реактора 2 і містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині. Тому забезпечено відповідний засіб 52 для подачі частини вихідного діоксиду вуглецю в другий пристрій десорбції.

Пристрій 47 десорбції є пристроєм плівкового типу із зовнішнім паровим обігрівом. Засіб для подачі й відводу пари для обігріву пристрою 47 десорбції в міжтрубному просторі в загальному позначено цифрою 51. Відповідно до альтернативного варіанта здійснення винаходу (не показаний) у другому пристрої 47 десорбції, звичайно, можна використати тепло замість діоксиду вуглецю як інертний газ для десорбції. Тепло може бути забезпечено відповідним текучим середовищем-теплоносієм, наприклад, водяною парою, що проходить у міжтрубному просторі через пучок труб пристрою 47 десорбції.

У відповідності зі способом модернізації, пропонуваному в даному винаході, забезпечується також засіб 49 для подачі другого потоку, що виходить із другого пристрою 47 десорбції й вміщуючий аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, безпосередньо в реактор 2 синтезу. Таким чином, у реакторі 2 синтезу здійснюється регулювання температури в діапазоні оптимальних значень для забезпечення високого виходу продукту (тепловий баланс).

Крім того, спосіб модернізації, пропонований у даному варіанті здійснення даного винаходу, передбачає також засіб 50 для подачі другого потоку, що виходить із другого пристрою 47 десорбції й утримуючу сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині, у секцію витягу сечовини (не показана).

Зокрема, у цьому варіанті здійснення винаходу другий потік, що виходить із другого пристрою 47 десорбції й вміщуючий сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині, змішується з потоком, що виходить із наявного пристрою 3 десорбції й вміщуючий сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині, і потік отриманої суміші подається в секцію витягу сечовини.

Схема на фіг. 2 представляє тільки кращий варіант здійснення способу модернізації наявних установок для одержання сечовини, пропонованого в даному винаході, і відповідно до ідей даного винаходу ніщо не перешкоджає створенню нових установок доцільним способом.

У цьому змісті переваги, описані у відношенні модернізації існуючих установок, мають місце також і на нових установках, за винятком витрат на капітальні вкладення, які для нової установки, зрозуміло, набагато вище.

Завдяки установці на фіг. 2, отриманої в результаті модернізації наявної установки або створеної заново, переважно є можливість здійснювати спосіб одержання сечовини, описаний і заявлений у прикладених пунктах 5-7 формули винаходу.

Зокрема, цей спосіб відрізняється тим, що першу частину реакційної суміші, що надходить із реактора 2 і містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак, подають у секцію 3 десорбції з діоксидом вуглецю, де неї піддають обробці із частковим розкладанням карбамату й частковим виділенням незв'язаного аміаку до одержання першого потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, і першого потоку, що містить сечовину й що залишилася карбамат у водному розчині.

Крім того, другу частину зазначеної реакційної суміші подають у другу секцію 47 десорбції, де неї піддають обробці із частковим розкладанням карбамату й частковим виділенням незв'язаного аміаку до одержання другого потоку, що містить аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, і другого потоку, що містить сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині.

Перший потік і другий потік, що виходять із пристрою 3 десорбції й другий пристрій 47 десорбції й вміщуючий сечовину й карбамат, що залишився у водному розчині, направляють у секцію витягу сечовини. Замість цього, щонайменше першу частину другого потоку, що виходить із пристрою 47 десорбції й вміщуючий аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, подають безпосередньо в реактор 2 для теплового балансу, у той час як щонайменше частина першого потоку, що виходить із пристрою 3 десорбції й вміщуючий аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, подають у пристрій 4 конденсації, де його піддають в основному повній конденсації до одержання потоку, що містить сечовину і карбамат у рідкій фазі. Потім потік, що містить сечовину й карбамат у рідкій фазі, отриманий у пристрої 4 конденсації, повертають у реактор 2.

Зокрема, відповідно до кращого варіанта здійснення способу, пропонованого в даному винаході

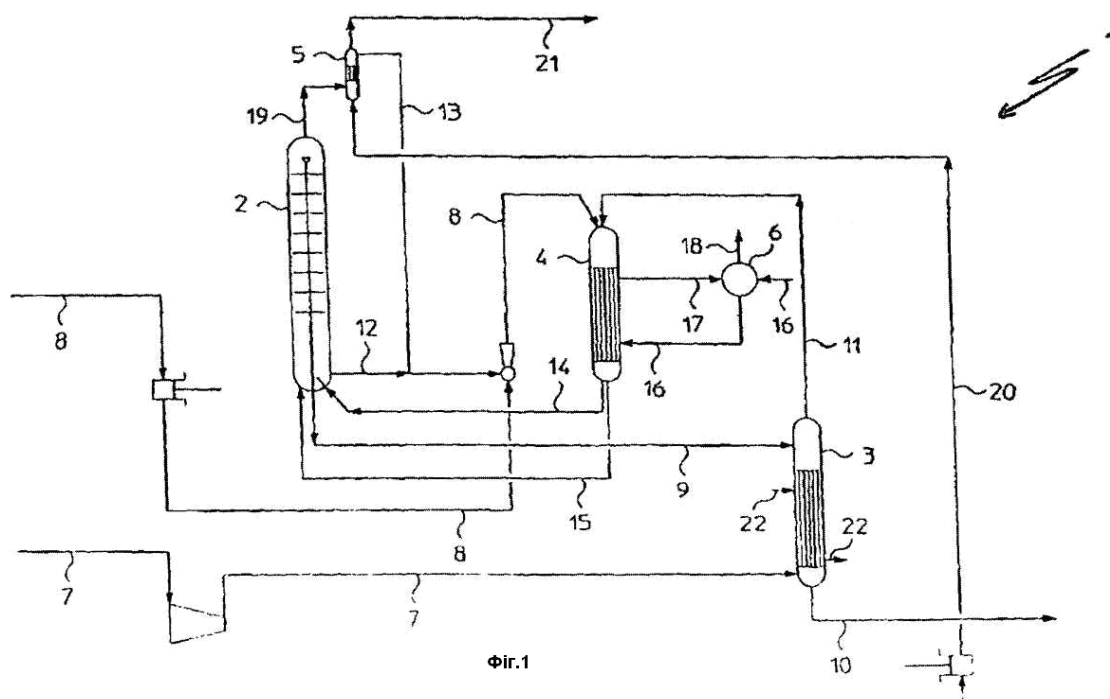
(фіг. 2), у пристрій 4 конденсації подають весь перший потік, що виходить із секції 3 десорбції й вміщуючий аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі, у те час як у реактор 2 подають весь другий потік, що виходить із другої секції 47 десорбції й вміщуючий аміак і діоксид вуглецю в паровій фазі.

Крім того, у другий пристрій 47 десорбції переважно подають меншу частину реакційної суміші, що виходить із реактора 2 і містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак у водному розчині, а в пристрій 3 десорбції - її більшу частину.

Зазначена менша частина, що подають у другий пристрій 47 десорбції, становить приблизно третю частину (1/3) реакційної суміші, що виходить із реактора 2 і містить сечовину, карбамат і незв'язаний аміак, а зазначена більша частина, що подають у пристрій 3 десорбції, становить приблизно дві третини зазначеної реакційної суміші.

При застосуванні способу, пропонованого в даному винаході, одержують різні переваги. Зокрема, варто підкреслити, що цей спосіб дозволяє легко й ефективно забезпечити високий вихід продукту й, отже, високу виробничу потужність, особливо на більших установках, де ефект забезпечується за рахунок істотного усунення вузьких місць устаткування в контурі високого тиску після реактора синтезу. Крім того, він легко здійснюваний з технічної точки зору, при низькому енергоспоживанні й низьких витратах на капітальні вкладення.

Нарешті, варто враховувати можливість поширення пропонованого в даному винаході способу модернізації крім модифікації наявних конструкцій, також на окремий випадок заміни наявного пристрою конденсації, внаслідок його зношування, новим пристроєм заглибного типу. Цей випадок має місце, коли закінчується термін служби наявного пристрою, і воно більше не гарантує надійної й тривалої експлуатації.



Фиг.1

