



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115895** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
C05C 3/00
C01C 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 12675	(72) Винахідник(и): Ляпощенко Олександр Олександрович (UA), Скиданенко Максим Сергійович (UA), Смирнов Василь Анатолійович (UA), Маренок Віталій Михайлович (UA), Кононенко Микола Петрович (UA), Ільченко Альона Олександрівна (UA), Шевчук Андрій Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 12.12.2016	(73) Власник(и): СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.04.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2017, Бюл.№ 8	

(54) БЕЗПЕРЕРВНИЙ СПОСІБ ОТРИМАННЯ АМІАЧНОЇ ВОДИ ВИСОКОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ

(57) Реферат:

Безперервний спосіб отримання аміачної води високої концентрації включає розчинення газоподібного аміаку, отриманого випаровуванням зрідженого аміаку, у воді з одночасним відведенням тепла. Процес розчинення газоподібного аміаку в воді проводять у три етапи в контактних апаратах, де на першому етапі проводять розчинення парів газоподібного аміаку в вихідній воді і як газоподібний аміак використовують непрореагований газоподібний аміак з другого етапу, а на другому етапі - розчинення газоподібного аміаку проводять в аміачній воді, що надійшла з першого етапу, з виділенням тепла, а як газоподібний аміак використовують непрореагований газоподібний аміак з третього етапу, на третьому етапі - проводять розчинення газоподібного аміаку в аміачній воді, що надійшла з другого етапу, а як газоподібний аміак використовується суміш, яка утворюється після попереднього інжектування високошвидкісним потоком непрореагованого газоподібного аміаку з першого етапу зі свіжим газоподібним аміаком. Отриману аміачну воду високої концентрації після третього етапу розчинення, як готовий продукт, піддають охолодженню з наступним відводом її до складської ємності. Як контактні апарати для процесу розчинення газоподібного аміаку на першому етапі використовують насадну колону, на другому етапі - ковпачкову колону, на третьому етапі - сепаратор-змішувач, в об'єм якого вмонтовано охолоджувач.

UA 115895 U

Корисна модель належить до хімічної технології, а саме до процесів отримання аміачної води високої концентрації, і може бути використана в хімічній промисловості для виробництва рідких азотних добрив.

5 За аналог вибрано спосіб виробництва аміачної води шляхом абсорбції газоподібного аміаку і відведення реакційного тепла водою в контактному апараті. Як джерело газоподібного аміаку використовують зріджений аміак. Воду, призначену для відводу реакційного тепла з контактного апарату, перед подачею на нього направляють на випаровування зрідженого аміаку, а після контактного апарату піддають іонообмінному очищенню і частково подають на абсорбцію аміаку, а воду, що залишилася, повертають на випаровування зрідженого аміаку. Абсорбцію газоподібного аміаку проводять під тиском, близьким до атмосферного. Перед подачею на абсорбцію газоподібний аміак дроселюють до тиску, при якому проводять абсорбцію, і наводять теплову рівновагу з водою (Білорусь, патент № 1285, МПК С05С 3/00, 1996 р.).

Недоліками відомого способу є мала продуктивність та велике теплове навантаження на абсорбційну колонну.

15 За прототип вибрано спосіб розчинення аміаку, який проводиться у два етапи шляхом розчинення в контактному апараті газоподібного аміаку в воді з одночасним відведенням тепла, при цьому на другому етапі газоподібний аміак з першого ступеня розчинюється в початковій воді в ізотермічних умовах, а на першому етапі зріджений або частково випарений аміак розчиняють в адіабатичних умовах в аміачній воді, що надходить на другий ступінь (Росія, патент на винахід № 2105716, МПК С01С 1/00, 1998 р.).

20 Також у відомих способах (Білорусь, патент № 1285, МПК С05С 3/00, 1996 р. та Росія, патент на винахід № 2105716, МПК С01С 1/00, 1998 р.) безперервного отримання концентрованої аміачної води не передбачено відведення газів з верху абсорбційної колони, що порушує оптимальні гідродинамічні умови роботи верхніх тарілок, внаслідок чого знижується інтенсивність процесу масопередачі на цих контактних пристроях.

25 Автори стверджують, що за таким способом можливе отримання аміачної води концентрацією 25 % розчиненого аміаку, при цьому кількість теплоти, яка поглинається при випаровуванні зрідженого аміаку, повністю використовується в технологічному процесі. У результаті одержують аміачну воду без використання зовнішніх джерел холоду. Ґрунтуючись на довідкові дані, що стосуються теплофізичних властивостей аміаку, видно, що при розчиненні аміаку для отримання 1 кг водного розчину з вмістом 25 % мас. аміаку виділяється +440,3 кДж тепла. Розрахунковим експериментом визначено, що тепловий ефект процесу зниження тиску при дроселюванні зрідженого аміаку і випаровування 0,25 кг аміаку становить - 316,24 кДж. Таким чином, виходячи з рівняння теплового балансу установки, видно, що кількості теплоти, що поглинається підчас випаровування зрідженого аміаку, недостатньо для поглинання теплоти реакції розчинення аміаку.

Основними недоліками відомого способу є велике теплове навантаження на абсорбційну колонну, низька продуктивність, порушення роботи верхніх тарілок колони.

40 В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення існуючого способу отримання аміачної води високої концентрації шляхом зміни технологічних параметрів проведення розчинення газоподібного аміаку та застосування для цього більш ефективних і економічних установок в порівнянні з прототипом, що в свою чергу сприятиме інтенсифікації процесу абсорбційного поглинання аміаку та підвищенню питомої продуктивності при збереженні високого виходу аміачної води. Окрім цього, за рахунок утилізації тепла розчинення газоподібного аміаку з додатковим відведенням тепла реакції водою, значно знижується теплове навантаження на обладнання при отриманні аміачної води, що також буде сприятиме зниженню енергетичних затрат.

50 Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі отримання аміачної води високої концентрації, що включає розчинення газоподібного аміаку в воді з одночасним відводом тепла, згідно із корисною моделлю, процес розчинення газоподібного аміаку в воді проводять у три етапи в контактних апаратах, де на першому етапі проводять розчинення газоподібного аміаку в вихідній воді, як газоподібний аміак використовують непрореагований газоподібний аміак з другого етапу, а на другому етапі - розчиняють газоподібний аміак в аміачній воді, що надійшла з першого етапу, з виділенням тепла, а як газоподібний аміак використовують непрореагований газоподібний аміак з третього етапу, на третьому етапі - проводять розчинення газоподібного аміаку в аміачній воді, що надійшла з другого етапу, а як газоподібний аміак використовують суміш, яка утворюється після попереднього ін'єктування високошвидкісним потоком непрореагованого аміаку з першого етапу зі свіжим газоподібним аміаком, отриману аміачну воду високої концентрації після третього етапу, як готовий продукт, 60 піддають охолодженню з наступним відводом її до складської ємності, при цьому як контактні

апарати для процесу розчинення газоподібного аміаку на першому етапі використовують насадну колону, на другому етапі - ковпачкову колону, на третьому етапі - сепаратор-змішувач, в об'єм якого вмонтовано охолоджувач.

5 Виконання способу, який заявляється, з усіма суттєвими ознаками, включаючи відмінні, дозволяє утилізувати тепло, що утворюється при розчиненні газоподібного аміаку і відвести його за рахунок циркулюючої по установці, як теплоносії, води, що значно знизило теплове навантаження на обладнання, яке використане при отриманні аміачної води 25 %. Інтенсифікація процесу розчинення газоподібного аміаку, за рахунок удосконалення режимно-технологічного і апаратурно-конструктивного рішень, відобразилася на підвищенні питомої продуктивності способу при збереженні високого виходу аміачної води 15 т/год., концентрацією 25 %.

10 Все це підтверджує, що технічна задача, яка поставлена перед цією корисною моделлю вирішена.

На креслені представлена блок-схема установки для отримання аміачної води.

15 Блок-схема містить фільтри 1, 2 апарату іонообмінної очистки для очищення вихідної води, яку після очищення подають в ємність 3 для збору діалізованої води, насадну колону 4, в якій проходить перший етап розчинення газоподібного аміаку, паралельно якій розташована ковпачкова колона 5 для проведення другого етапу розчинення газоподібного аміаку, ємність 6 для збору технічної води, теплообмінний апарат 7 для охолодження технічної води, сепаратор-змішувач 8 для проведення третього етапу розчинення газоподібного аміаку, ємність 9 для збереження зрідженого аміаку, ємність 10 для збору готового продукту, дросельний пристрій 11.

20 Спосіб здійснюють наступним чином.

Вихідну воду для очищення подають через фільтр 1 або 2 апарати іонообмінної очистки, яка потім надходить в ємність 3 для збору діалізованої води. Наявність другого фільтра 2 та його паралельне підключення дозволяє проводити регенерацію фільтруючої поверхні фільтра 1 в той час, коли працює другий фільтр, що забезпечує технологічний процес підготовленою водою безперервно. Діалізовану воду з температурою +20 °С за допомогою насоса подають у верхню частину насадочної колони 4 (перший етап розчинення газоподібного аміаку), а в нижню частину насадної колони 4 подають газоподібний аміак, що надходить з другого етапу розчинення газоподібного аміаку, а саме з ковпачкової колони 5.

30 В насадній колоні 4 отриману аміачну воду концентрацією 10 % охолоджують технічною водою, яка, виходячи з насадної колони 4, проходить через теплообмінник 7, де вона охолоджується і надходить до ємності 6 для збору технічної води, а аміачну воду концентрації 10 % з температурою +40 °С, з першого етапу розчинення газоподібного аміаку, тобто з насадної колони 4, подають у верхню частину ковпачкової колони 5 (другий етап розчинення газоподібного аміаку). В нижню частину ковпачкової колони 5 подають непрореагований газоподібний аміак, з третього етапу розчинення газоподібного аміаку, а саме з сепаратора-змішувача 8. В ковпачковій колоні 5 отримують аміачну воду концентрацією 20 %, яку охолоджують технічною водою до температури +45 °С, яка, виходячи з ковпачкової колони 5, проходить через теплообмінник 7, де вона охолоджується і надходить до ємності 6 для збору технічної води.

45 Потім непрореагований газоподібний аміак з першого етапу розчинення, тобто з насадної колони 4, направляють на інжектування з свіжим газоподібним аміаком, що утворився в охолоджувачі під час випаровування зрідженого аміаку, який змонтовано в сепаратор-змішувач 8 (третій етап розчинення газоподібного аміаку). Зріджений аміак з складської ємності 9 з температурою +20 °С під тиском 1 МПа надходить на дросельний пристрій 11, який знижує тиск до 0,2 МПа, а температуру до -8 °С. Отриману суміш газоподібного аміаку подають знизу в об'єм сепаратора-змішувача 8, на третій етап розчинення газоподібного аміаку, а в верхню частину сепаратора-змішувача 8 подають аміачну воду концентрації 20 % з ковпачкової колони 5, другого етапу розчинення газоподібного аміаку. Таким чином, в сепараторі-змішувачі 8, на третьому етапі розчинення газоподібного аміаку, отримують концентровану аміачну воду 25 %, а непрореагований газоподібний аміак направляють на другий етап розчинення газоподібного аміаку у ковпачкову колону 5, в якій отримують аміачну воду концентрацією 20 %, для використання у сепараторі-змішувачі 8. Охолоджена аміачна вода концентрацією 25 % до температури +25 °С, за рахунок випаровування зрідженого аміаку, з третього етапу розчинення газоподібного аміаку, з нижньої частини сепаратора-змішувача 8 виводиться в складську ємність 10. Отримана підігріта вода до температури +45-50 °С, під час охолодження аміачної води в контактних апаратах (першого та другого етапів розчинення газоподібного аміаку), може використовуватися для побутових цілей підприємства.

Наводимо приклади виконання способу на дослідно-промисловій установці з продуктивністю 1000 кг/год. готового продукту та на мобільній промисловій установці з продуктивністю 15 т/год. готового продукту.

Приклад 1.

5 Вихідна вода, яка з ємності 3 для збору діалізованої води, попередньо проходячи через фільтр 1, кількістю 750 кг/год. з температурою +20 °С за допомогою насоса надходить у верхню частину насадної колони 4, в нижню частину якої надходить непрореагований газоподібний аміак кількістю 100 кг/год. з ковпачкової колони 5. В насадній колоні 4 отримують розбавлену аміачну воду з концентрацією 10 %, яка охолоджується технічною водою, і з температурою
10 +40 °С кількістю 850 кг/год. надходить у верхню частину ковпачкової колони 5. В нижню частину ковпачкової колони 5 надходить непрореагований газоподібний аміак з сепаратора-змішувача 8 кількістю 200 кг/год.

В ковпачковій колоні 5 отримують аміачну воду концентрацією 20 % кількістю 950 кг/год., яку охолоджують до температури +45 °С технічною водою. Технічна вода, виходячи з ковпачкової
15 колони 5, проходить через теплообмінник 7, де вона охолоджується і надходить в ємність 6.

Непрореагований газоподібний аміак, з насадної колони 4 направляється на інжектування в сепаратор-змішувач 8, в якому він змішується зі свіжим газоподібним аміаком, який надходить на дросельний пристрій 11 зі складської ємності 9 з температурою +20 °С під тиском 1 МПа кількістю 250 кг/год. Проходячи через дросельний пристрій 11, знижується його температура до
20 -8 °С, тиск 0,2 МПа. Отриману суміш подають знизу в об'єм сепаратора-змішувача 8 кількістю 250 кг, а в верхню частину сепаратора-змішувача 8 подають аміачну воду концентрації 20 % з ковпачкової колони 5 кількістю 950 кг/год. В сепараторі-змішувачі 8 отримують концентрована аміачна воду з концентрацією 25 % кількістю 1000 кг/год., яку охолоджують до температури +25 °С за рахунок випаровування зрідженого аміаку, що проходить через охолоджувач, який змонтовано в сепараторі-змішувачі 8, і виводять з нижньої частини сепаратора-змішувача 8 у складську ємність 10. Непрореагований газоподібний аміак з сепаратора-змішувача 8 кількістю
25 200 кг/год направляють в ковпачкову колону 5.

Вихідні дані при отриманні аміачної води концентрації 15 т/год. наведені в таблиці, процес здійснюють за прикладом 1.

30

Таблиця

Розрахунок витрат сировини та складу готового продукту з розрахунку на 15 т/годину аміачної води концентрацією 25 %

Найменування сировини	Витрата, т/15 тг.п.	Склад готового продукту	т/15 тг.п. (% мас.)
Аміак зріджений (NH ₃)	3,75	Аміак у розчині (NH ₃ OH)	3,75 (25)
Вода (H ₂ O)	11,25	Вода (H ₂ O)	11,25 (75)
Разом	15	Разом	15

Переваги запропонованого способу є також в наступному.

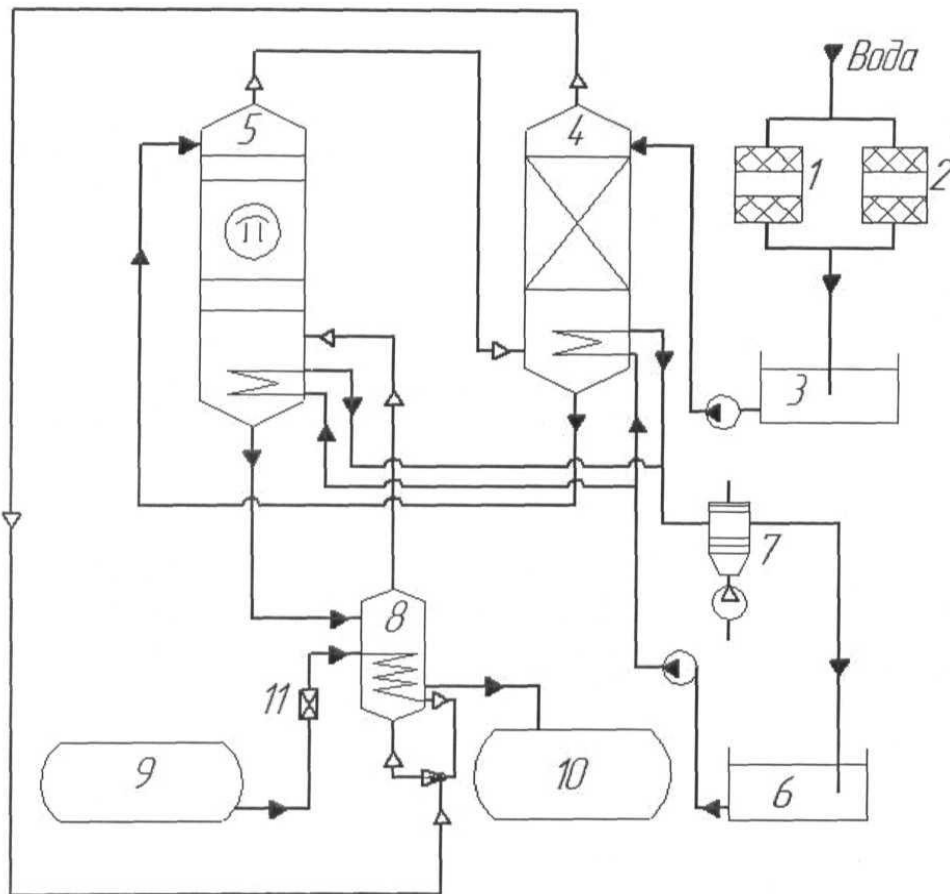
Запропонованим способом можливо отримувати аміачну воду концентрацією понад 25 % (30, 40 % та вище), але необхідно підвищити робочий тиск на всіх трьох етапах розчинення
35 газоподібного аміаку.

Заміна однієї абсорбційної колони у прототипі двома складовими колонами з проміжним охолодженням абсорбенту (аміачної води) дозволяє тим самим зменшити масогабаритні характеристики блока установки по висоті більше ніж в 2 рази. Це дозволяє удосконалити блочно-модульний спосіб компонування установки та передбачається можливість монтажу та транспортування основного технологічного обладнання для виробництва аміачної води концентрацією 25 % в конфігурації стандартного вантажного автомобільного контейнера, що відповідає міжнародним стандартам ISO 830: 1981. 20-футовий стандартний контейнер має розміри 2370×2591×6096 мм, вантажомісткість 33,9 м³, максимальне завантаження 21920 кг; 40-футовий стандартний контейнер має розміри 2438×2591×12192 мм, вантажомісткість 67,7 м³,
40 максимальне завантаження 26580 кг.

Заміна масообмінних контактних елементів на першому етапі розчинення газоподібного аміаку з тарілчастих на насадкові дозволить колоні - на першому етапі розчинення газоподібного аміаку, більш ефективно працювати при низьких навантаженнях по газовій фазі. Все перелічене сприятиме інтенсифікації процесу отримання аміачної води високої
50 концентрації.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Безперервний спосіб отримання аміачної води високої концентрації, що включає розчинення газоподібного аміаку, отриманого випаровуванням зрідженого аміаку, у воді з одночасним відведенням тепла, який **відрізняється** тим, що процес розчинення газоподібного аміаку в воді проводять у три етапи в контактних апаратах, де на першому етапі проводять розчинення парів газоподібного аміаку в вихідній воді і як газоподібний аміак використовують непрореагований газоподібний аміак з другого етапу, а на другому етапі - розчинення газоподібного аміаку в аміачній воді, що надійшла з першого етапу, з виділенням тепла, а як газоподібний аміак використовують непрореагований газоподібний аміак з третього етапу, на третьому етапі - проводять розчинення газоподібного аміаку в аміачній воді, що надійшла з другого етапу, а як газоподібний аміак використовується суміш, яка утворюється після попереднього інжектування високошвидкісним потоком непрореагованого газоподібного аміаку з першого етапу з свіжим газоподібним аміаком, отриману аміачну воду високої концентрації після третього етапу розчинення, як готовий продукт, піддають охолодженню з наступним відводом її до складської ємності, причому як контактні апарати для процесу розчинення газоподібного аміаку на першому етапі використовують насадну колону, на другому етапі - ковпачкову колону, на третьому етапі - сепаратор-змішувач, в об'єм якого вмонтовано охолоджувач.
- 10
- 15



Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601