



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 102575

(13) C2

(51) МПК

C07C 273/04 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2011 08860	(72) Винахідник(и):	Зарді Федеріко (CH), Скотто Андреа (IT/CH)
(22) Дата подання заявки:	17.11.2009	(73) Власник(и):	УРЕА КАСАЛЕ С.А., Via Giulio Pocobelli, 6, CH-6900 Lugano- Besso (CH)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.07.2013	(74) Представник:	Петров Андрій Володимирович, реєстр. №139
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	08021875.3	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 5849952 A, 15.12.1998 EP 0504966 A, 23.09.1992 US 4613696 A, 23.09.1986 UA 29465 C2, 15.11.2000
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	17.12.2008		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	EP		
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.10.2011, Бюл.№ 20		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.07.2013, Бюл.№ 14		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/EP2009/065294, 17.11.2009		

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

(57) Реферат:

Винахід розкриває спосіб одержання сечовини й схему розташування установки для одержання сечовини цим способом, на якій контур (1) високого тиску включає реактор (2) синтезу, пристрій (3) для термічного відпарювання, конденсатор (4) і пристрій (10) для адіабатичного відпарювання діоксидом вуглецю, розташований на стороні входу пристрою для термічного відпарювання й забезпечує виділення парової фази (13), що містить аміак, з розчину (9) сечовини, що випускається з реактора, і рециркуляцію парової фази у реактор. Пристрій (10) для адіабатичного відпарювання може бути включений у реактор (200), що має верхню зону реакції й нижню зону адіабатичного відпарювання. Крім того, розкритий спосіб модернізації звичайної установки для одержання сечовини у відповідності зі способом, запропонованим у винаході.

UA 102575 C2

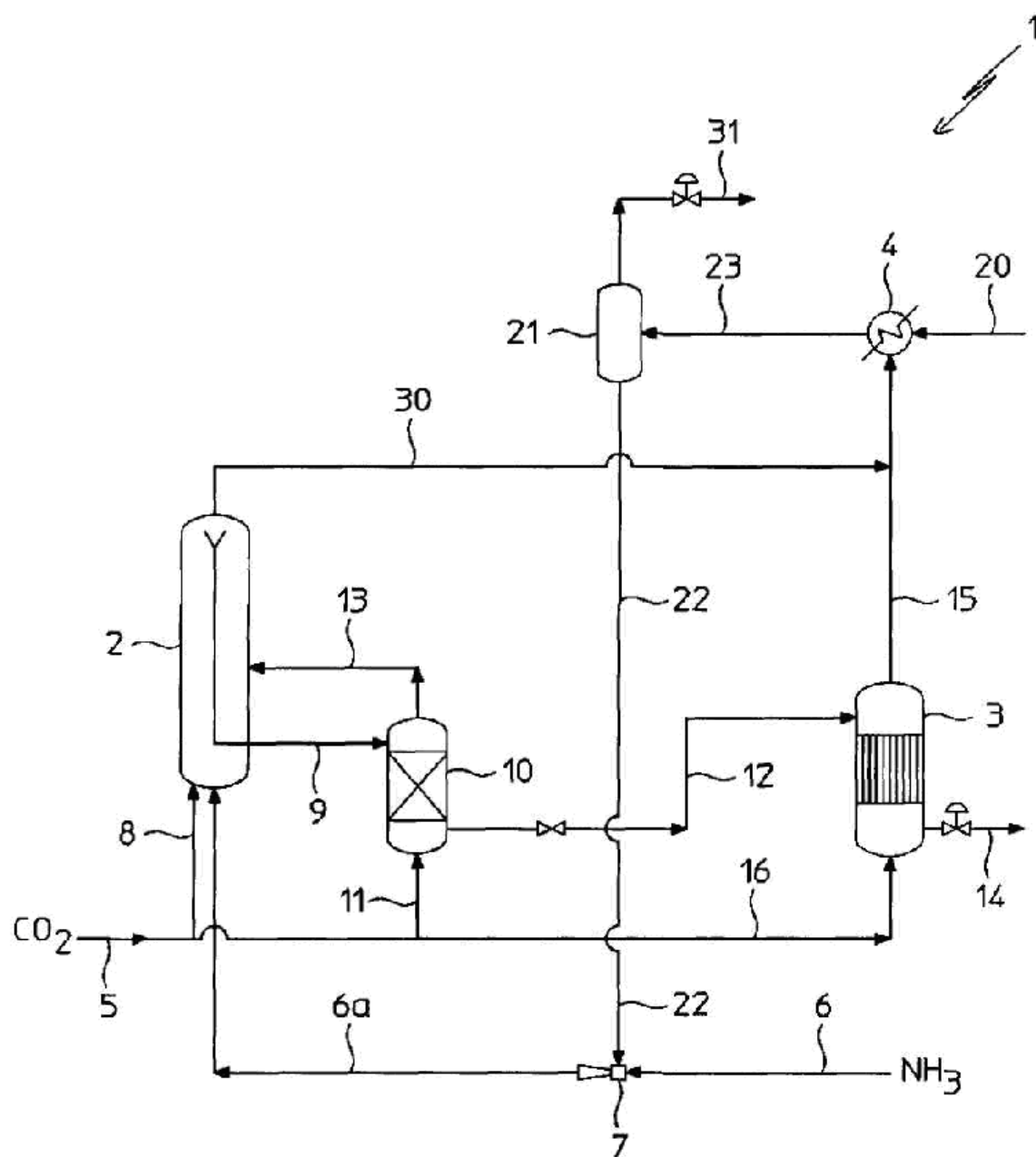


Fig. 1

Галузь техніки, до якої відноситься винахід

Даний винахід відноситься до нового способу одержання сечовини. Винахід забезпечує вдосконалення контуру високого тиску, який використовується у звичайних способах синтезу сечовини, і може використовуватися для нових установок, а також для модернізації існуючих установок для одержання сечовини способом із самовідпарюванням і відпарюванням діоксидом вуглецю.

Рівень техніки

Спосіб із самовідпарюванням або термічним відпарюванням є широко відомим способом синтезу сечовини. Цей спосіб розроблений наприкінці 60-их компанією Снампроджетті (Snamprogetti), тому його часто називають способом компанії Снампроджетті. Опис цього способу й установки для його здійснення можна знайти, наприклад, у GB 1542371. Цей спосіб застосовується в усьому світі на багатьох установках для одержання сечовини.

По суті, спосіб із самовідпарюванням являє собою реакцію між аміаком NH_3 і діоксидом вуглецю CO_2 у реакторі високого тиску, що становить приблизно 150-160 бар. Величина молярного відношення азоту до вуглецю N/C у реакторі, як правило, становить приблизно 3,2-3,4.

З реактора випускають водний розчин сечовини, що містить вільний непрореагувавший аміак і неперетворений карбамат амонію. Для розкладання карбамату й виділення аміаку й CO_2 цей розчин сечовини нагрівають у пристрої високого тиску для відпарювання. Парова фаза, яка отримана у пристрої для відпарювання й містить аміак і CO_2 , конденсується у конденсаторі високого тиску й рециркулює у реактор. Реактор, пристрій для відпарювання й конденсатор утворюють так звану секцію високого тиску або контур високого тиску.

Звичайно установка включає також секцію витягання (сечовини) з секцією розкладання середнього тиску (СТ) і секцією розкладання низького тиску (НТ) для додаткового розкладання карбамату амонію й повернення карбамату разом із аміаком у зону реакції для повторного використання.

Пристрій для відпарювання звичайно являє собою теплообмінник, у якому розчин сечовини, що надходить з реактора, подається у пучок труб з паровим обігрівом, без додаткового використання газу для відпарювання. Створюване паром тепло викликає часткове розкладання карбамату на діоксид вуглецю й аміак, які, поряд із частиною вільного аміаку виділяються у верхній частині пристрою для відпарювання. У деяких випадках аміак використовується як інертний газ для відпарювання.

Конденсатор звичайно являє собою кожухотрубний горизонтальний пристрій, в якому газова фаза конденсується у трубному просторі у присутності розчину рециклового карбамату, який отриманий з секцій СТ і НТ і використовується як конденсаційна рідина. Теплота конденсації використовується для одержання пари.

Вихід реакції у реакторі є порівняно низьким, звичайно приблизно 60 %. Відомо, що вихід реакції може бути більше високим, якщо реактор працює при великому надлишку аміаку; однак це привело б до нагнітання надлишкового аміаку у пристрій для відпарювання й у секції середнього й низького тиску, що перебувають на стороні виходу, підвищуючи навантаження на це встаткування, тому що надлишковий аміак у секції (-ях) СТ і НТ підлягає відділенню й конденсації. Тому реактор, як правило, працює при величині відношення N/C не більше 3,2-3,4.

Таким чином, потрібно підвищити вихід реакції без небажаного збільшення навантаження для секцій СТ і НТ. Така потреба з особливою гостротою відчувається на нових установках, а також при модернізації наявних установок для одержання сечовини з самовідпарюванням, що працюють зі застосуванням вищевказаного способу. У даному винаході термін "модернізація" означає модифікацію наявної установки з метою поліпшення її експлуатаційних параметрів і забезпечення, наприклад, більше високої виробничої потужності й (або) більше високого виходу реакції, а також зниження енергоспоживання, наприклад, шляхом зменшення подачі пари у пристрій для відпарювання.

Іншим широко відомим способом є спосіб із відпарюванням діоксидом вуглецю, в якому діоксид вуглецю подають у пристрій високого тиску для відпарювання як засіб для відпарювання. Спосіб із відпарюванням діоксидом вуглецю має певні вигідні відмітні ознаки, але має обмеження при збільшенні розміру встаткування, у першу чергу, пристрою для відпарювання. Таке обмеження з особливою гостротою відчувається, зокрема, на установках великої потужності, наприклад, більше 3500 т/добу.

Розкриття винаходу

Технічне завдання даного винаходу полягає у тому, щоб перебороти вищевказані недоліки відомих способів синтезу сечовини.

У даному винаході пропонується спосіб, у якому по лінії для подачі аміаку і лінії для подачі діоксиду вуглецю подають аміак і діоксид вуглецю до контуру високого тиску, в якому вони вступають у реакцію, де контур високого тиску включає щонайменше реактор синтезу, секцію термічного відпарювання й секцію конденсації карбамату, який відрізняється тим, що:

5 розчин сечовини, отриманий у реакторі, піддають адіабатичному відпарюванню у секції адіабатичного відпарювання з використанням діоксиду вуглецю як засобу (середовища) для відпарювання, одержуючи рідкий розчин сечовини й парову фазу, що містить аміак і діоксид вуглецю;

10 потім розчин сечовини, отриманий у процесі адіабатичного відпарювання, піддають термічному відпарюванню у секції термічного відпарювання;

парову фазу повертають у зону реакції у реакторі синтезу для повторного використання.

Відповідно до першої особливості винаходу процес адіабатичного відпарювання регулюється так, щоб величина відношення N/C у реакторі синтезу була більше величини відношення N/C у розчині сечовини на вході у секцію термічного відпарювання. Переважно, 15 реактор синтезу працює при величині відношення N/C, рівній 4-6, а, більше переважно приблизно 4,5, тоді як на вході у секцію термічного відпарювання величина відношення N/C підтримується рівною приблизно 2-4, переважно 2,6.

У даному винаході термін "секція термічного відпарювання" використовується відносно секції відпарювання, в якій процес відпарювання пов'язаний з підведенням тепла, наприклад, у 20 вигляді обігріву паром, відповідно включає пристрій для самовідпарювання без введення якого-небудь засобу для відпарювання або пристрій для відпарювання діоксидом вуглецю, в якому дисоціації розчину сечовини сприяє потік діоксиду вуглецю.

Таким чином, особливістю винаходу є те, що у секцію термічного відпарювання подають частину діоксиду вуглецю для використання як засобу для відпарювання. У кращому варіанті 25 здійснення винаходу всю кількість вихідного діоксиду вуглецю ділять на першу частину, що направляється у секцію адіабатичного відпарювання; другу частину, що направляється у реактор, і третю частину, що направляється у секцію термічного відпарювання. У секцію адіабатичного відпарювання подають переважно 20-60 % усієї вихідної кількості діоксиду вуглецю, а частину, що залишається, розподіляють між реактором і секцією відпарювання. 30 Більше переважно, частину, що залишається, розподіляють в основному порівну між реактором і секцією відпарювання.

Спосіб адіабатичного відпарювання здійснюється в основному під таким же тиском як у реакторі. Відповідно до різних варіантів здійснення винаходу секція адіабатичного відпарювання може бути виконана у вигляді зовнішнього пристрою (пристроїв) між реактором і наявною 35 секцією відпарювання або у вигляді пристрою для відпарювання, що є частиною самого реактора. У даному описі винаходу для спрощення згадується також "пристрій для термічного або адіабатичного відпарювання", при цьому маються на увазі вищевказані секції відпарювання.

Запропонований у винаході спосіб являє собою істотне вдосконалення відомих технологій одержання сечовини, що включають загальноприйнятий спосіб із самовідпарюванням і спосіб із 40 відпарюванням діоксидом вуглецю.

У винаході пропонується перший контур для рециркуляції аміаку, що включає реактор і пристрій для адіабатичного відпарювання, і другий контур, що включає пристрій для адіабатичного відпарювання й пристрій для термічного відпарювання. Таким чином, величина відношення N/C у реакторі у певних межах стає незалежною від величини відношення N/C у 45 пристрої для термічного відпарювання й у секції витягання. Такий ступінь незалежності можна використовувати для збільшення виходу реакції, виключивши небажане збільшення вдвічі надлишку аміаку, що подається у пристрій для відпарювання й секції СТ і НТ.

Таким чином, реактор може працювати з деяким надлишком аміаку, при цьому величина відношення N/C у пристрої для термічного відпарювання й у секції витягання по суті 50 залишається незмінною. Залежно від умов вихід реакції може досягати 68-75 % у порівнянні приблизно з 60 % на звичайній установці з самовідпарюванням.

Іншою перевагою є те, що завдяки величині відношення N/C у реакторі витрата пари у пристрої для термічного відпарювання звичайно знижується на 15-30 %. Таке зниження витрати пари саме по собі є перевагою й залишає деякий резерв для підвищення потужності установки у 55 цілому. Подача частини CO₂ у пристрій для термічного відпарювання має додаткову перевагу, що складається у зменшенні кількості аміаку, яку необхідно витягати у секції СТ, розташованій на стороні виходу. Кількість рециклового NH₃ і карбамату можна зменшити приблизно на 30 %. Для нової установки це означає, що при заданій потужності по виробництву сечовини секція середнього тиску має більше простий пристрій і обходиться дешевше, ніж на відомих 60 установках; при модернізації старої установки це означає, що деякі елементи встаткування

секції СТ можуть бути відключені або, з іншого боку, наявна секція СТ забезпечує значний резерв для підвищення продуктивності.

Ще однією перевагою у порівнянні зі звичайним способом із самовідпарюванням є те, що можна зменшити величину відношення N/C у конденсаторі, забезпечуючи більше високу температуру конденсації. Величина відношення N/C у розчині на виході з конденсатора переважно становить 2-3,5, а більше переважно - 2,5, тобто значно нижче показників 3,5-4, які використовувалися на відомих установках. Це означає більше високий показник дельта-Т (різниця температур) у конденсаторі й, отже, більш ефективну конденсацію. Наступна, пов'язана з цим перевага полягає у тому, що завдяки підвищенню температури збільшується кількість сечовини, що утворюється у конденсаторі.

Величина відношення HC (між H_2O і CO_2) також зменшується, впливаючи на зсув рівноваги реакції вправо, тому що вода є продуктом. Наприклад, на установці з самовідпарюванням величина відношення HC міняється від звичайного значення, рівного 0,9, до більше низького значення 0,6-0,7.

Установка для одержання сечовини, призначена для роботи відповідно до вищевказаного способу, включає контур високого тиску з щонайменше реактором синтезу, в який подають аміак і діоксид вуглецю, секцією термічного відпарювання, що включає щонайменше один пристрій для відпарювання, і секцією конденсації, що включає щонайменше один конденсатор карбамату, і відрізняється:

наявністю щонайменше однієї додаткової секції відпарювання, створеної між реактором і секцією термічного відпарювання й працюючої як секція адіабатичного відпарювання діоксидом вуглецю;

наявністю засобів для подачі отриманого у реакторі розчину сечовини у секцію адіабатичного відпарювання й засобів для подачі розчину сечовини, витягнутого з секції адіабатичного відпарювання, у секцію термічного відпарювання, що перебуває на стороні виходу;

наявністю засобів для повернення газової фази, що відводиться з секції адіабатичного відпарювання й містить діоксид вуглецю й аміак, у зону реакції у реактор синтезу для повторного використання.

Як зазначено вище, при посиланні на "секцію термічного відпарювання" мають на увазі секцію відпарювання, яка включає щонайменше один пристрій для відпарювання, що обігрівается (наприклад, з паровим обігрівом), який може працювати у відповідності зі способом із самовідпарюванням або з відпарюванням діоксидом вуглецю.

Ще в одному варіанті здійснення винаходу секція відпарювання введена у реактор, що включає верхню зону реакції й нижню зону адіабатичного відпарювання. Нижня зона відпарювання приймає рідкий розчин сечовини, що надходить з верхньої зони реакції. Реактор має відповідні засоби для подачі потоку діоксиду вуглецю й потоку аміаку, включаючи рецикловий карбамат, у верхню зону реакції, а також засобу для подачі додаткового потоку CO_2 у зону адіабатичного відпарювання для використання як засобу (середовища) для відпарювання.

У кращому варіанті здійснення винаходу реактор включає декілька пристроїв для контактування газу й рідини у нижній зоні адіабатичного відпарювання; розподільний пристрій для рідини, що приймає розчин сечовини й карбамату з верхньої зони реакції й розподіляє цей розчин через пристрої для контактування газу й рідини; газорозподільний пристрій, що перебуває у нижній частині, який забезпечує подачу CO_2 у зону адіабатичного відпарювання; рідинний затвор, який переважно виконаний з витяжною трубою й відокремлює верхню зону реакції від нижньої зони адіабатичного відпарювання. Рідинний затвор забезпечує повернення парової фази, що містить аміак і діоксид вуглецю й відвідної з нижньої зони відпарювання, у верхню зону реакції у реакторі для повторного використання.

Крім того, у даному винаході пропонується спосіб модернізації наявної установки для одержання сечовини з метою здійснення вищеописаного способу. Цей спосіб застосуємо до наявних установок для одержання сечовини з самовідпарюванням або відпарюванням діоксидом вуглецю, що включає контур синтезу високого тиску щонайменше з реактором синтезу, в який подають аміак і діоксид вуглецю, секцією відпарювання, що включає щонайменше один пристрій для відпарювання, і секцією конденсації, що включає щонайменше один конденсатор карбамату, і відрізняється тим, що:

забезпечують щонайменше одну додаткову секцію адіабатичного відпарювання діоксидом вуглецю;

забезпечують відповідні засоби для подачі розчину сечовини, отриманого у реакторі, у секцію адіабатичного відпарювання й для подачі розчину сечовини, витягнутого з секції

адіабатичного відпарювання, у секцію відпарювання, розташовану на стороні виходу (нижче за потоком);

забезпечують додаткові засоби для повернення газової фази, що містить діоксид вуглецю й аміак і відводиться з секції адіабатичного відпарювання, у реактор синтезу для повторного використання у зоні реакції.

Додаткова секція адіабатичного відпарювання додана на стороні виходу (нижче за потоком) реактора й на стороні входу (вище за потоком) секції відпарювання, наявної у компонуванні установки.

У першому варіанті здійснення запропонованого способу модернізації додаткова секція адіабатичного відпарювання виконана шляхом додавання на первісній схемі розташування щонайменше одного пристрою для відпарювання. У другому варіанті здійснення цього способу додаткова секція адіабатичного відпарювання виконана шляхом модифікації наявного реактора або заміни його новим реактором, так що секція адіабатичного відпарювання є частиною реактора синтезу.

Модифікований або новий реактор включає верхню зону реакції й нижню зону адіабатичного відпарювання, як описано вище. Для подачі потоку аміаку, включаючи (рецикловий) карбамат, що повертається, і потоку діоксиду вуглецю у верхню зону реакції й для подачі додаткової кількості CO_2 у нову додану зону адіабатичного відпарювання створені відповідні засоби. Звичайний реактор може бути модифікований шляхом додавання витяжної труби з рідинним затвором; відділення верхньої зони реакції від нижньої зони адіабатичного відпарювання; установки у нижній зоні адіабатичного відпарювання декількох пристроїв для контактування газу й рідини; установки розподільного пристрою для рідини, що приймає розчин сечовини й карбамату з верхньої зони реакції й розподіляє цей розчин через пристрої для контактування газу й рідини; установки переважно у нижній частині реактора газорозподільного пристрою, що забезпечує подачу CO_2 у нижню зону адіабатичного відпарювання.

Наявну лінію для подачі діоксиду вуглецю переважно модифікують таким чином, що під час роботи перша частина всієї використовуваної кількості CO_2 направляється у секцію адіабатичного відпарювання; друга частина направляється у реактор, а третя частина направляється у секцію термічного відпарювання для використання як засобу для відпарювання.

Модернізована установка переважно працює при величині відношення N/C у реакторі, рівній 4-6, а переважно - приблизно 4,5, тобто при істотному надлишку аміаку у порівнянні зі звичайним способом із самовідпарюванням, забезпечуючи перевагу у вигляді підвищення ступеня перетворення. Це стає можливим завдяки контуру між реактором і новим пристроєм для адіабатичного відпарювання, що забезпечує рециркуляцію надлишкового аміаку у той же реактор, не роблячи негативного впливу на роботу встаткування, розташованого на стороні виходу, і на роботу секції витягання.

Крім того, перевага модернізації установок із самовідпарюванням відповідно до винаходу полягає у наступному. Робота пристрою для відпарювання на звичайній установці з самовідпарюванням обмежена через так зване "захливання", пов'язане з надлишком газу у трубах. Тому додаткова подача CO_2 у пристрій для відпарювання як засобу для відпарювання неможлива або допускається лише у дуже малій кількості. Завдяки забезпеченому винаходом підвищенню ступеня перетворення у реакторі зменшується кількість газу, що утворюється у пристрої для відпарювання, і наявний пристрій для відпарювання може допустити використання більшої кількості додаткового CO_2 як засобу для відпарювання, і далі, як ще один наслідок цього, зменшується кількість аміаку, що виділяється у розташовану на стороні виходу секцію витягання, що дає вищевказані переваги, які полягають у більше простому пристрої секції витягання й зниженні витрат на неї.

Однією з переваг винаходу у порівнянні зі звичайним способом відпарювання діоксидом вуглецю є зменшення розміру встаткування щодо потужності, і отже легше забезпечити більшу продуктивність, наприклад, 4000-5000 т сечовини на добу.

Додаткові ознаки й переваги даного винаходу будуть більше зрозумілі з наведеного нижче опису деяких варіантів його здійснення, представленого з посиланням на прикладені креслення, на яких показано:

Короткий опис креслень

фіг. 1 - спрощена схема установки для одержання сечовини відповідно до першого варіанта здійснення винаходу,

фіг. 2 - спрощена схема установки для одержання сечовини відповідно до другого варіанта здійснення винаходу,

фіг. 3 - креслення реактора синтезу сечовини для установки, представленої на фіг. 2,

фіг. 4 - компонування установки для одержання сечовини відповідно до додаткового варіанта здійснення винаходу.

Кращі варіанти здійснення винаходу

5 Як видно з фіг. 1, контур 1 синтезу високого тиску на установці для одержання сечовини в основному включає реактор 2, що має зону реакції, пристрій 3 з паровим обігрівом для термічного відпарювання й конденсатор 4.

Діоксид вуглецю подають по лінії для подачі діоксиду вуглецю 5, а аміак подають по лінії 6 і через ежектор 7. Діоксид вуглецю надходить у реактор 2 по лінії 8 і вступає у реакцію з аміаком, утворюючи водний розчин 9 сечовини, що містить сечовину, карбамат амонію й аміак.

10 Розчин 9 направляють у пристрій 10 для адіабатичного відпарювання, одночасно приймаючи потік 11 діоксиду вуглецю. Пристрій 10 для адіабатичного відпарювання розташований між реактором 2 і пристроєм 3 з паровим обігрівом для відпарювання, тобто, на стороні входу пристрою 3 для відпарювання.

15 3 пристрою 10 для адіабатичного відпарювання виходять розчин 12 сечовини, що містить сечовину й карбамат амонію, причому вміст аміаку у ньому менше, ніж у розчині 9 на вході, і газова фаза 13, що містить аміак і CO_2 . Розчин 12 сечовини направляють у розташований на стороні виходу пристрій 3 для термічного відпарювання, у той час як газова фаза 13 рециркулює у зону реакції реактора 2.

20 Відпарений розчин 14 сечовини, що виходить з пристрою 3 для відпарювання, направляють у секції середнього й низького тиску для витягання сечовини (не показані), тоді як газову фазу 15, отриману у тому ж пристрої 3 для відпарювання, піддають конденсації у конденсаторі 4 і повертають у реактор 2 для повторного використання. Зокрема, конденсатор 4 одержує газову фазу 15 разом із газами 30, що не конденсуються, які видаляються з реактора 2, і потоком рециклового карбамату 20, що надходить з секції витягання; конденсат 23 направляється у сепаратор 21, а потім в ежектор 7 по лінії 22, надходячи у реактор у лінію 6а разом із потоком 6 свіжого аміаку. Гази, що не конденсуються, відводять з сепаратора 21 у лінії для подачі потоку 31. Фахівцям у даній галузі техніки ці деталі відомі, і тому їх більше докладний опис не наведений.

30 Зокрема, слід зазначити, що пристрій 10 для адіабатичного відпарювання створює проміжний контур, що забезпечує рециркуляцію аміаку, що міститься у розчині 9 сечовини, безпосередньо у реактор. Отже, величина відношення N/C (моль NH_3 / моль CO_2) у реакторі 2 може бути більше величини відношення N/C у пристрої 3 для відпарювання, розташованому на стороні виходу. У кращому варіанті здійснення способу, запропонованого у винаході, реактор 2 працює при величині відношення N/C , рівній приблизно 4,5, тоді як величина відношення N/C у пристрої 3 для відпарювання становить приблизно 2,6.

35 Частина використовуваного CO_2 , що надходить по лінії 5, направляють по лінії 16 у пристрій 3 з паровим обігрівом для відпарювання, щоб ще більше активувати розкладання карбамату, що міститься у розчині 12. Потік діоксиду вуглецю, що надходить по лінії 5, переважно розділяють у такий спосіб: приблизно 50 % - у пристрій для адіабатичного відпарювання (лінія 11), 30 % - у реактор 2 (лінія 8) і 20 % - у пристрій 3 для відпарювання (лінія 16).

40 У частковому варіанті здійснення винаходу потік CO_2 по лінії 16 можна подавати не у нижню частину пристрою 3 для відпарювання, як показано, а у верхню частину. Пдача потоку 16 у верхню частину пристрою 3 для відпарювання доцільна, у першу чергу, у тому випадку, коли установка 1 є результатом модернізації наявної установки з порівняно невеликим пристроєм 3 для відпарювання й заміна його пристроєм для відпарювання більшого розміру вважається неприйнятною.

Компонування контуру 1 можуть бути частиною нової установки або результатом модернізації наявної установки для одержання сечовини. Далі наведений більше докладний опис способу модернізації установки з самовідпарюванням, запропонованого у винаході.

50 Наприклад, контур високого тиску на наявній установці включає реактор 2, пристрій 3 з паровим обігрівом для відпарювання й конденсатор 4. Розчин 9 сечовини спочатку направляють безпосередньо у пристрій 3 для відпарювання, а вихідний CO_2 , як звичайно, направляють тільки у реактор. Пристрій 3 для відпарювання по суті являє собою теплообмінник із пучком труб із паровим обігрівом; конденсатор 4 - це горизонтальний кожухотрубний теплообмінник, у якому конденсація здійснюється у трубній зоні, а теплота конденсації використовується для одержання пари.

60 Для здійснення способу, запропонованого у винаході, втручання з метою модернізації вищевказаної установки включає щонайменше установку нового пристрою 10 і монтаж пов'язаних із ним ліній для подачі потоку і допоміжного устаткування, такого як трубопровідні арматури, насоси тощо.

Як видно з тієї ж схеми розташування на фіг. 1, модернізацію можна здійснити шляхом додавання пристрою 10 для адіабатичного відпарювання й пов'язаної з ним лінії 11 для подачі CO_2 на стороні входу наявного пристрою 3; монтажу лінії для потоку для подачі розчину 9 сечовини, що випускається з реактора 2, у вказаний новий пристрій 10 для відпарювання; монтажу лінії для подачі потоку розчину 12 сечовини з нового пристрою 10 для відпарювання у первісний пристрій 3 для термічного відпарювання; монтажу лінії для подачі потоку газової фази 13, що відводиться у верхній частині нового пристрою 10 для відпарювання, у реактор 2. В еквівалентних варіантах здійснення винаходу й відповідно до конкретних потреб можна також модернізувати або замінити первісний пристрій 3 для відпарювання й (або) первісний конденсатор 4.

Лінію для подачі CO_2 переважно модифікують так, щоб забезпечити подачу CO_2 по лініям 8, 11 і 16 відповідно у реактор 2, пристрій 10 для адіабатичного відпарювання й пристрій 3 для термічного відпарювання, використовуючи, таким чином, діоксид вуглецю як засіб для відпарювання.

Під час роботи новий пристрій 10 дозволяє підтримувати у реакторі 2 надлишок аміаку, крім відводу надлишкового аміаку у пристрій 3 для відпарювання й у лінію 14, що йде у секцію витягання сечовини, розташовану на стороні виходу. У пристрої 10 надлишковий аміак фактично видаляють з потоку 9 і по лінії 13 у вигляді газової фази повертають для повторного використання у той же реактор 2. Це означає, що можна збільшити вихід реакції, не порушуючи режиму роботи секції витягання.

Фіг. 2 відноситься до варіанта здійснення винаходу, в якому пристрій 10 для адіабатичного відпарювання включений у зону 202 відпарювання у реакторі. Реактор 200 в основному включає верхню зону 201 реакції й зону 202 адіабатичного відпарювання, в якій рідкий розчин сечовини, що надходить з верхньої зони 201, проходить через систему послідовно розташованих тарілок або насадок, і адіабатичне відпарювання відбувається з використанням додаткової кількості CO_2 , який подається по лінії 11. У зону 201 реакції по лінії 6а подають NH_3 і карбамат, що нагнітається ежектором 7, а по лінії 8 – діоксид вуглецю. Об'єм зони 202 адіабатичного відпарювання переважно становить 10-20 % використовуваного об'єму реактора 200.

Зона 201 реакції й зона 202 адіабатичного відпарювання розділені рідинним затвором, що забезпечує проходження газу з нижньої зони 202 у верхню зону 201. Розчин сечовини відбирають у нижній частині нижньої зони 202 адіабатичного відпарювання й направляють у пристрій 3 для термічного відпарювання. Слід зазначити, що лінії для подачі потоку 9 і 13 на фіг. 2 не показані, тому що пристрій 10 фактично включений у реактор 200. Розташування інших елементів, таких як конденсатор 4 і сепаратор 21, еквівалентно розташуванню на фіг. 1.

Подробиці за кращим варіантом модифікації реактора 200 представлені на фіг. 3. Верхня зона 201 реакції включає систему послідовно розташованих тарілок 203 і відділена від нижньої зони 202 витяжною трубою 204 з рідинним затвором. Розчин сечовини одержують у зоні 201, в яку по лінії 6а подають NH_3 і карбамат, а по лінії 8 – CO_2 , і транспортують по лінії 205 у розподільний пристрій 206 для рідини, а потім через систему послідовно розташованих пристроїв для контактування газу й рідини, представлених у цьому варіанті тарілками 207, що утворюють у нижній зоні 202 пристрій 10 для адіабатичного відпарювання. Додаткову кількість діоксиду вуглецю подають через газорозподільний пристрій 208, змонтований у нижній частині реактора й підключений до лінії 11 для подачі CO_2 .

Під час роботи рідкий розчин, отриманий шляхом реакції у верхній зоні 201, тече донизу по лінії 205 і через розподільний пристрій - за тарілками 207, на яких здійснюється його відпарювання діоксидом вуглецю, що подається по лінії 11. Лінія 205 і розподільний пристрій 206 виконують функцію лінії для подачі потоку 9, показаного на фіг. 1, тоді як витяжна труба 204 по суті виконує функцію лінії 13, показаного на тій же фіг. 1, забезпечуючи рециркуляцію пари, що утворилася у зоні 202 адіабатичного відпарювання, у зону 201 реакції. Розчин відбирають у лінію 12, оснащений регулятором рівня рідини, і направляють у пристрій для термічного відпарювання. Газу, що не конденсується, відводять у лінію 30.

Для створення реактора, що має конфігурацію, показану на фіг. 3, можна модернізувати звичайний реактор шляхом видалення частини наявних тарілок 203, так щоб забезпечити у нижній частині реактора достатнє місце для тарілок 207 нової зони відпарювання, і шляхом установки газорозподільного пристрою 208, розподільного пристрою 206 для рідини й витяжної труби 204 з рідинним затвором. Тарілки 203 і 207 можна видаляти й установлювати через люк реактора, таким чином, істотний вплив на корпус реактора не потрібен. Зварені з'єднання й модифікація пристроїв введення й виведення на корпусі реактора переважно обмежені.

На фіг. 4 показана ще одна схема розташування, на якій елементи встаткування, еквівалентні елементам, представленим на фіг. 1, позначені тими ж посилальними номерами.

Конденсатор 4 у цьому варіанті являє собою вертикальний кожухотрубний пристрій, а елемент 21 є скрубєром.

Потік NH_3 , який подається по лінії 6, розділяють на першу частину, що направляється по лінії 6b до ежектора 7, і другу частину, що направляється по лінії 6с до другого ежектора 40.

5 Перший ежектор 7 одержує потік 42 рідини, що утворився у результаті конденсації у конденсаторі 4, тоді як другий ежектор 40 одержує потік 22 рідини зі скрубєра 21. Потік 41, що виходить з ежектора 40, поряд із газовою фазою 15 з пристрою 3 для відпарювання, направляють у конденсатор 4. Залишкову газову фазу 23 на виході з конденсатора 4 поєднують з газовою фазою 30 з реактора 2 і направляють у скрубєр 21.

10 Лінія 5 і на цій схемі розташування переважно розділений на ділянки 8, 11 і 16 для подачі CO_2 у реактор, пристрій 10 для адіабатичного відпарювання й пристрій 3 для відпарювання.

Для модернізації звичайної установки з відпарюванням діоксидом вуглецю переважно приймають схему розташування, показану на фіг. 4. Наприклад, установку з відпарюванням діоксидом вуглецю з контуром високого тиску, що включає основні елементи - реактор 2, 15 пристрій 3 для відпарювання, конденсатор 4 і скрубєр 21, можна модернізувати шляхом додавання пристрою 10 для адіабатичного відпарювання й пов'язаних із ним ліній для подачі потоку 9, 11, 12 і 13. Відповідно до іншого варіанта здійснення винаходу цю установку можна модернізувати шляхом установки модифікованого реактора з включеною у нього секцією 202 адіабатичного відпарювання, як показано на фіг. 3.

20

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб одержання сечовини, в якому по лінії (6) для подачі аміаку і лінії (5) для подачі діоксиду вуглецю подають аміак і діоксид вуглецю до контуру (1) високого тиску, в якому вони вступують у реакцію, де контур (1) високого тиску включає щонайменше реактор (2, 200) синтезу, секцію (3) термічного відпарювання й секцію (4) конденсації карбамату, який **відрізняється** тим, що:

розчин (9) сечовини, отриманий при взаємодії аміаку й діоксиду вуглецю, піддають адіабатичному відпарюванню у секції (10) адіабатичного відпарювання з подачею (11) діоксиду вуглецю як засобу для відпарювання, одержуючи рідкий розчин (12) сечовини й парову фазу (13), що містить аміак і діоксид вуглецю;

розчин (12) сечовини, отриманий у процесі адіабатичного відпарювання, додатково піддають термічному відпарюванню у секції (3) термічного відпарювання, і

повертають парову фазу (13) у зону реакції у реакторі синтезу для повторного використання; причому

секція термічного відпарювання включає пристрій для самовідпарювання без додавання будь-якого засобу для відпарювання або включає пристрій для відпарювання діоксидом вуглецю, в який як засіб для відпарювання подають діоксид вуглецю, а лінія (5) для подачі діоксиду вуглецю розділена на першу ділянку (11), спрямовану у секцію (10) адіабатичного відпарювання, другу ділянку (8), спрямовану у реактор (2), і третю ділянку (16), спрямовану у секцію (3) термічного відпарювання, і при цьому по першій ділянці (11) подають кількість діоксиду вуглецю, що становить 20-60 % від усієї вихідної кількості.

2. Спосіб за п. 1, у якому процес адіабатичного відпарювання регулюють так, щоб величина відношення N/C у реакторі синтезу була більше величини відношення N/C на вході у секцію термічного відпарювання.

3. Спосіб за п. 2, у якому забезпечують роботу реактора синтезу з величиною відношення N/C, рівною 4-6, переважно приблизно 4,5, тоді як величина відношення N/C у розчині сечовини на вході у секцію термічного відпарювання становить 2-4 а переважно приблизно 2,6.

4. Спосіб за одним із пп. 1-3, у якому величина відношення N/C у розчині сечовини на виході з секції конденсації становить 2-3,5.

5. Спосіб за одним із пп. 1-4, у якому адіабатичне відпарювання здійснюють в основному при тому ж тиску, що й у реакторі контуру високого тиску.

6. Установка для одержання сечовини, пристосована для роботи з використанням способу за одним із пп. 1-7, що включає контур (1) високого тиску з щонайменше реактором (2, 200) синтезу, в який подається вихідний аміак і вихідний діоксид вуглецю, секцією термічного відпарювання, що включає щонайменше один пристрій (3) для відпарювання, і секцією конденсації, що включає щонайменше один конденсатор (4) карбамату, яка **відрізняється** тим, що включає:

щонайменше одну додаткову секцію (10) відпарювання, що працює як секція адіабатичного відпарювання діоксидом вуглецю й розташовану між реактором (2) і секцією термічного відпарювання;

5 засоби для подачі розчину (9) сечовини, отриманого у реакторі (2), у секцію (10) адіабатичного відпарювання й засоби для подачі розчину (12) сечовини, отриманого з секції (10) адіабатичного відпарювання, у розташовану нижче за потоком секцію термічного відпарювання;

засоби для повернення газової фази (13), яка виділена у секції адіабатичного відпарювання й містить діоксид вуглецю й аміак, у зону реакції у реакторі синтезу,

10 причому додаткова секція відпарювання включена у реактор (200), що має верхню зону (201) реакції й нижню зону (202) адіабатичного відпарювання, яка одержує рідкий розчин сечовини, що надходить з верхньої зони реакції, і що має відповідні засоби для подачі потоку (8) діоксиду вуглецю, потоку (6a) аміаку разом із рецикловим карбаматом у верхню зону (201) реакції, а також засоби для подачі додаткового потоку (11) CO₂ у зону адіабатичного відпарювання для використання як засобу для відпарювання.

15 7. Установа за п. 6, в якій реактор має декілька пристроїв (207) для контактування газу й рідини, розміщених у нижній зоні (202) адіабатичного відпарювання; розподільний пристрій (206) для рідини, що приймає розчин сечовини й карбамату з верхньої зони реакції й розподіляє цей розчин у пристроях (207) для контактування газу й рідини; газорозподільний пристрій (208), розміщений у нижній частині й забезпечує подачу CO₂ у зону (202) адіабатичного відпарювання;

20 витягну трубу (204) з рідинним затвором, що відокремлює верхню зону (201) реакції від нижньої зони (202) адіабатичного відпарювання й забезпечує рециркуляцію парової фази, що містить аміак і діоксид вуглецю, з нижньої зони (202) відпарювання у верхню зону (201) реакції у реакторі.

8. Спосіб модернізації установки для одержання сечовини, що включає контур (1) синтезу високого тиску з щонайменше реактором (2) синтезу, в який по лінії (6) для подачі аміаку та лінії (5) для подачі діоксиду вуглецю подають аміак та діоксид вуглецю, з секцією відпарювання, що включає щонайменше один пристрій (3) для відпарювання, і секцією конденсації, що включає щонайменше один конденсатор (4) карбамату, який **відрізняється** тим, що:

30 забезпечують у контурі (1) синтезу щонайменше додаткову секцію (10) адіабатичного відпарювання діоксидом вуглецю;

забезпечують відповідні засоби для подачі розчину (9) сечовини, отриманого у реакторі (2), у секцію (10) адіабатичного відпарювання й для подачі розчину (12) сечовини, отриманого з секції (10) адіабатичного відпарювання, у розташовану нижче за потоком секцію (3) термічного відпарювання;

35 забезпечують додаткові засоби (13) для повернення газової фази, що містить діоксид вуглецю й аміак, яка виділена у секції (10) адіабатичного відпарювання, у зону реакції у реакторі (2) синтезу,

причому секцію адіабатичного відпарювання створюють шляхом модифікації реактора (2) синтезу, забезпечуючи у реакторі верхню зону (201) реакції й нижню зону (202) адіабатичного відпарювання, яка одержує рідкий розчин сечовини, що надходить з верхньої зони реакції, і, крім того, забезпечують засоби для подачі у верхню зону реакції потоку (6a) аміаку й карбамату, що повертається, а також потоку (8) діоксиду вуглецю, і засоби для подачі додаткового CO₂ у зону адіабатичного відпарювання.

40 9. Спосіб за п. 8, у якому забезпечують роботу модернізованої установки з величиною відношення N/C у реакторі, рівною 4-6, тоді як величина відношення N/C у розчині сечовини на вході у пристрій для термічного відпарювання становить 2-4.

45

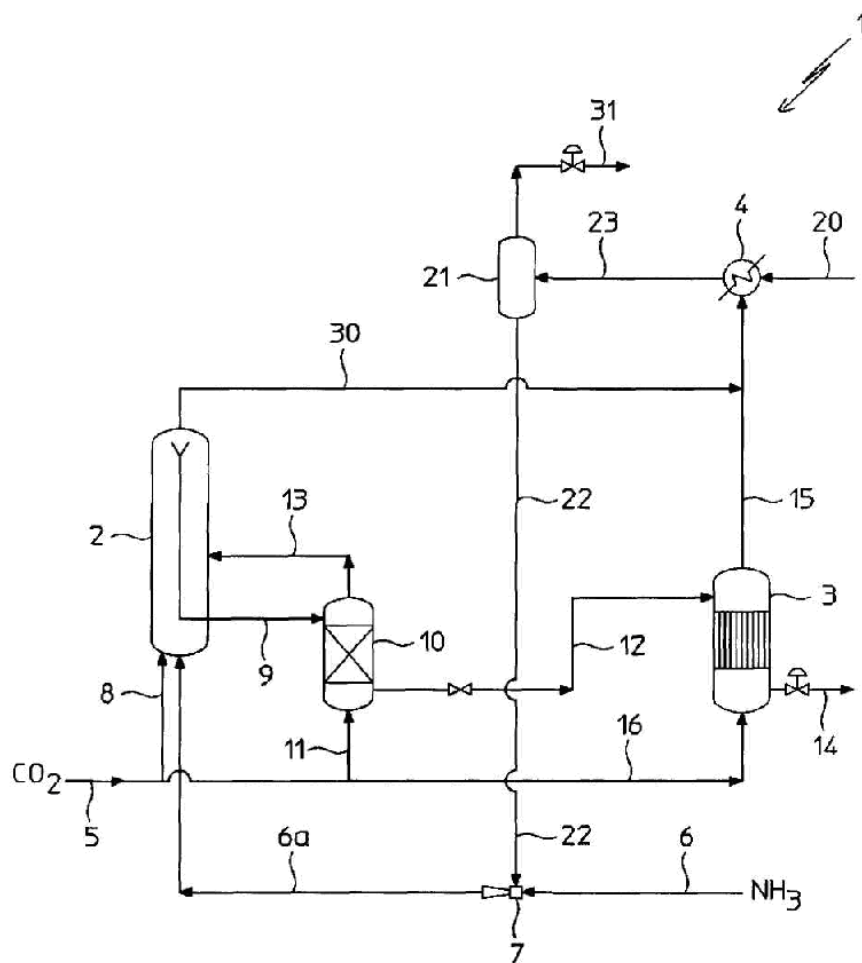


Fig. 1

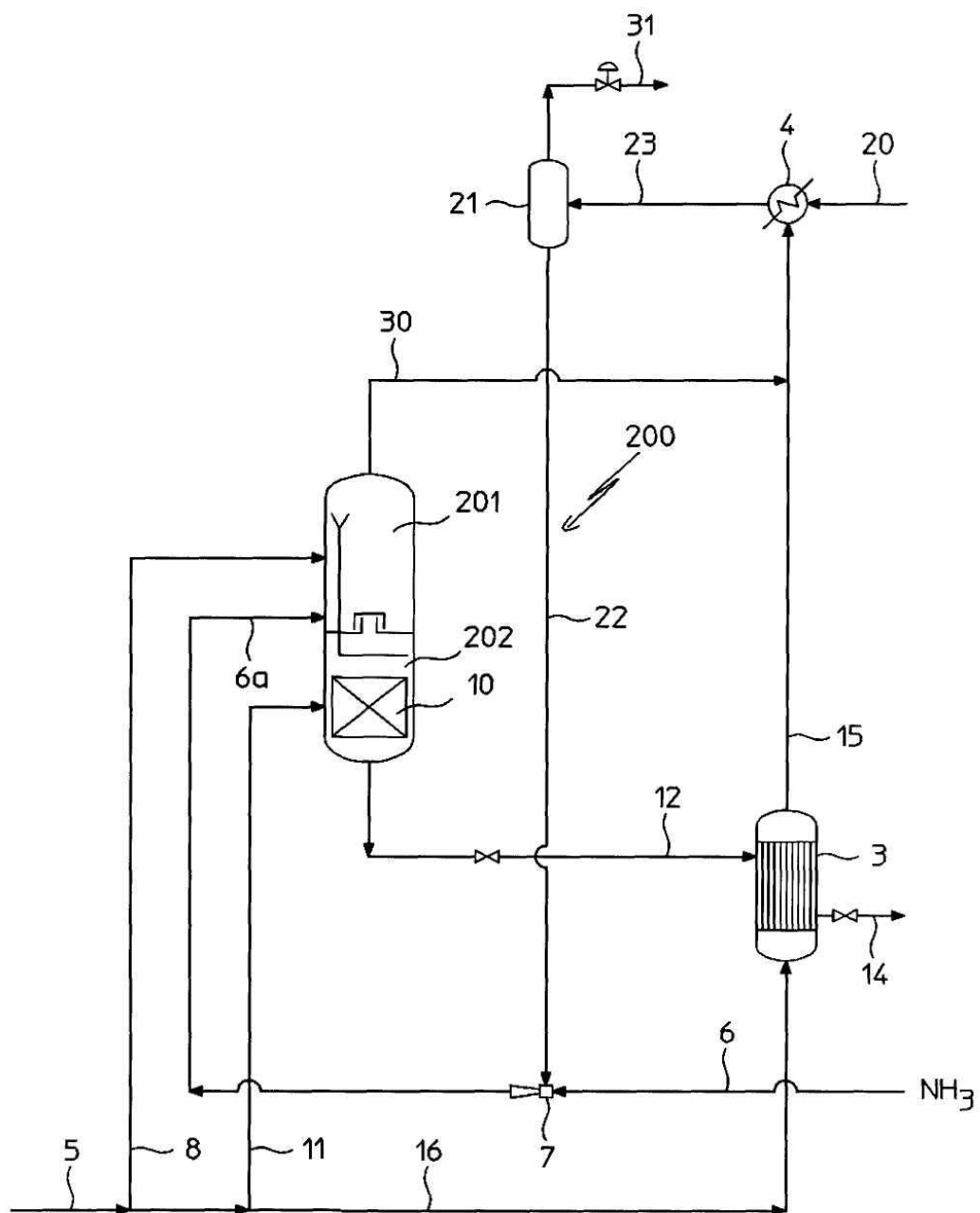


Fig. 2

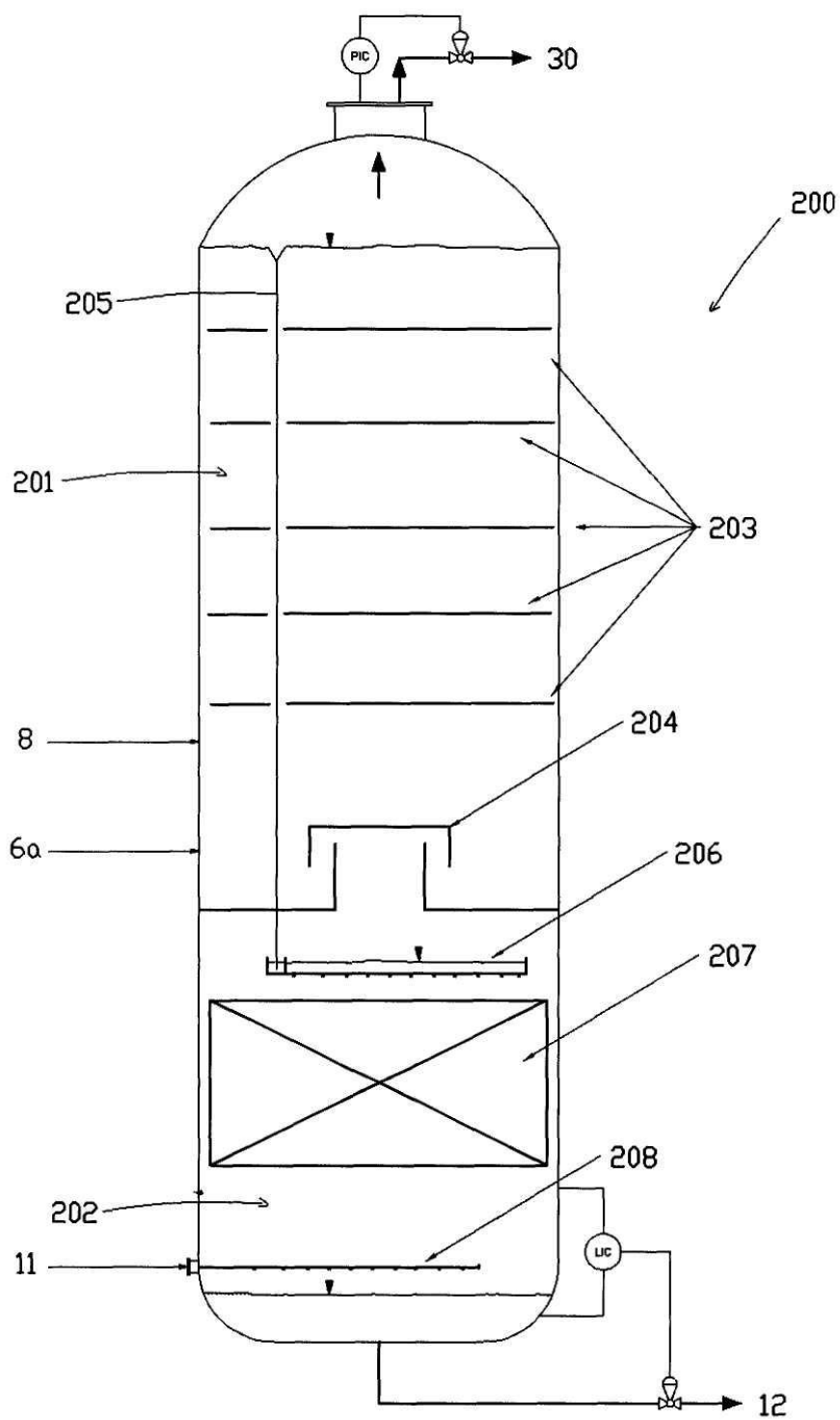
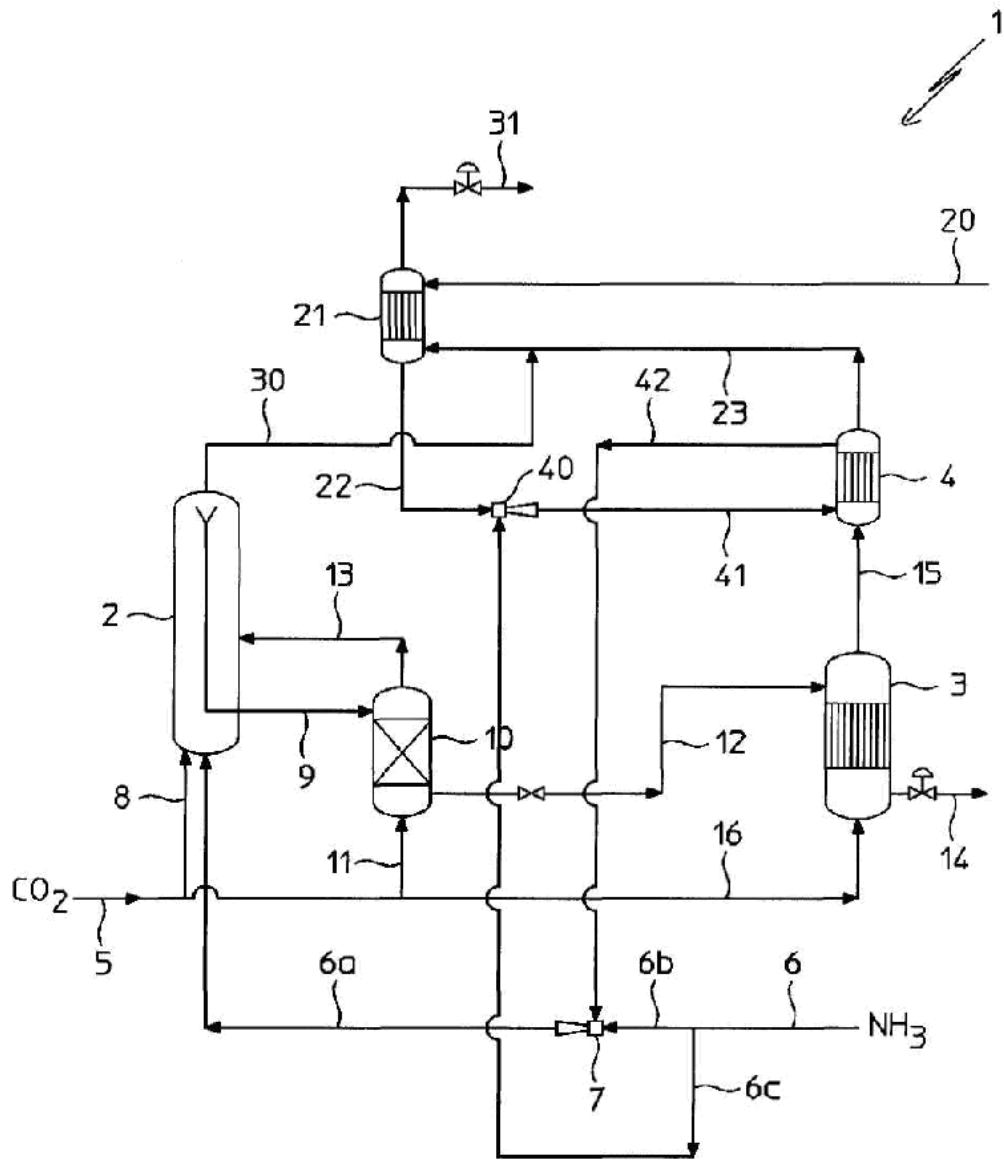


Fig. 3



Фіг. 4

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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

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