

Галузь техніки

Даний винахід відноситься до установок для синтезу меламіну з сечовини. Зокрема, винахід відноситься до реакторів синтезу меламіну при високому тиску.

Рівень техніки

Процеси синтезу меламіну з сечовини зазвичай поділяють на каталітичні процеси, що проходять при низькому тиску, і некаталітичні процеси, що проходять при високому тиску. Процес низького тиску зазвичай проводять при тиску менше 1 МПа; процес високого тиску зазвичай проводиться при тиску, що становить принаймні 7 МПа, і переважно в інтервалі від 7 до 25 МПа. Процес низького тиску і процес високого тиску описані у літературі, наприклад, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 6 вид., том 21, стор. 205.

Одержання меламіну може бути об'єднане з одержанням сечовини, оскільки сечовина є вихідним матеріалом для синтезу меламіну, а при синтезі меламіну утворюється відхідний газ, який містить аміак і діоксид вуглецю, що є вихідними матеріалами для одержання сечовини. Завдяки цьому, меламін може бути одержаний у так званому інтегрованому обладнанні одержання сечовини і меламіну, що включає установку синтезу меламіну і приєднану установку синтезу сечовини.

Відомий процес синтезу меламіну при високому тиску проходить, в основному, у три етапи: на першому етапі виконують конверсію основної частини сечовини у розплав неочищеного меламіну; на другому етапі видаляють діоксид вуглецю (CO_2), що міститься у розплаві меламіну, додаванням газоподібного аміаку, і знижують вміст побічних продуктів, які конвертують у меламін; на третьому етапі вимивають або вилучають мокрою очисткою сечовиною газу, утворені на перших двох етапах, для наступної рециркуляції в секцію синтезу сечовини. Ці три етапи зазвичай здійснюють в окремих апаратах, названих, відповідно, первинним реактором, вторинним, або стріпінг-реактором (відпарювачем), і газосепаратором (скрублером).

Установці з трьома окремими корпусами високого тиску властиві недоліки, обумовлені її вартістю і складністю.

В WO 2015/124409 розкривається комбінований пристрій для синтезу меламіну з коаксіально розташованими внутрішнім реакційним простором і зовнішнім реакційним простором, де внутрішній реакційний простір виконує функцію первинного реактора, а зовнішній реакційний простір виконує функцію вторинного реактора. Внутрішній реакційний простір утворений внутрішнім корпусом реактора. Реактор може мати верхню кришку, яка виконує функцію газосепаратора.

Описаний коаксіальний реактор працює наступним чином. Конверсія основної частини сечовини в меламін і утворення розплаву неочищеного меламіну відбувається у внутрішньому реакційному просторі; розплав неочищеного меламіну, сформований у внутрішньому просторі, перетікає у зовнішній реакційний простір переливом верхньої крайки внутрішнього корпусу; у зовнішньому реакційному просторі додають газоподібний аміак як середовище для відпарювання; утворювані при конверсії основної частини сечовини побічні продукти конвертуються в меламін, а CO_2 видаляється разом з газоподібним аміаком.

Розкриття винаходу

Задачею даного винаходу є удосконалення згаданого відомого комбінованого (суміщеного) реактора, який має коаксіально розташовані внутрішній реакційний простір і зовнішній реакційний простір. Зокрема, винахід спрямований на скорочення вмісту побічних продуктів в меламіні, який відводиться з реактора, і, тим самим, підвищення його чистоти.

Даний винахід заснований на тому, що, як було встановлено, в реакторі з описаним вище розташуванням внутрішнього і зовнішнього коаксіальних реакційних просторів, газова суміш, що збирається у верхній частині реактора і над коаксіальними реакційними просторами, має значний вміст CO_2 , який виробляється під час конверсії основної частини сечовини в меламін, яка відбувається у внутрішньому реакційному просторі. Заявником було встановлено, що цей CO_2 , який збирається над коаксіальними реакційними просторами, може дифундувати у зовнішній реакційний простір і впливати на вторинну конверсію, що відбувається там, а саме, конверсію побічних продуктів в меламін і видалення CO_2 . Внаслідок впливу на конверсію побічних продуктів і/або видалення CO_2 також страждає і чистота кінцевого продукту, який містить меламін.

З урахуванням цього висновку, зазначена вище задача вирішується реактором і способом синтезу меламіну відповідно до формули винаходу.

В запропонованих у винаході реакторі та способі виконуються первинна конверсія основної частини сечовини і вторинна конверсія, відповідно, в коаксіально розташованих внутрішньому реакційному просторі та зовнішньому реакційному просторі. Рідкий розплав неочищеного меламіну, сформований у внутрішньому реакційному просторі, переноситься у зовнішній реакційний простір по проході, який у процесі роботи знаходиться нижче рідкого рівня цього розплаву меламіну.

Завдяки згаданому заглибленому розташуванню проході для розплаву меламіну, між внутрішнім реакційним простором і зовнішнім реакційним простором створюється гідравлічний закриття. Між зовнішнім реакційним простором і внутрішнім реакційним простором встановлюється перепад тиску. Зокрема, зовнішній реакційний простір працює при вищому тиску, ніж внутрішній реакційний простір.

Розплав мелаїну з внутрішнього реакційного простору може протікати у зовнішній реакційний простір за рахунок гідростатичного напору; цей напір рідини забезпечує гідралічний закрив між двома реакційними просторами.

На додаток до цього та відповідно до кращих варіантів здійснення, ділянка випуску для виведення газу із зовнішнього реакційного простору може бути скорочена для підвищення швидкості виведення газу. Вища швидкість виведення газу збільшує конвективний потік газу, який виводиться; у результаті скорочується дифузійне перенесення газоподібного діоксиду вуглецю в зовнішню реакційну зону.

Таким чином, винахід має наступні переваги: в основному, запобігається проходження газоподібного CO₂, який збирається у верхній частині реактора над коаксіальними реакційними просторами, у зовнішній реакційний простір, де здійснюється вторинна конверсія; найкращим чином використовується наявний реакційний об'єм; чистота одержуваного мелаїну підвищується, оскільки на конверсію побічних продуктів в мелаїн більше не впливає небажана дифузія CO₂.

Опис кращих варіантів здійснення

Реактор відповідно до винаходу включає, в основному, зовнішній корпус високого тиску (працюючий під тиском); увід сечовини, пристосований для спрямування вихідної сечовини, що підводиться, в першу реакційну зону; розділювальні засоби, пристосовані для відділення першої реакційної зони від другої реакційної зони.

Реактор має принаймні одне з'єднувальне вікно між першою реакційною зоною і другою реакційною зоною, пристосоване для передачі рідкого розплаву неочищеного мелаїну, сформованого у першій реакційній зоні, у другу реакційну зону, де розплав мелаїну проходить подальшу обробку.

Реактор також включає засоби для відведення продукту, який містить мелаїн, з дна другої реакційної зони і засоби для відведення з цієї другої реакційної зони верхнього відхідного газу синтезу мелаїну, який містить аміак і діоксид вуглецю.

З'єднувальне вікно має впускну секцію для рідини, яка у процесі роботи знаходиться нижче рівня рідкого мелаїну, що міститься у першій реакційній зоні.

Впускна секція з'єднувального вікна утоплена, таким чином, в рідкий розплав мелаїну. У впускній секції діє напір рідини, що створює у процесі роботи гідралічний закрив між реакційними зонами.

З'єднувальне вікно може мати єдиний прохід або декілька проходів.

Переважно всі проходи для рідини між першою реакційною зоною і другою реакційною зоною знаходяться нижче рівня рідкого розплаву мелаїну у першій реакційній зоні, тобто, відсутні проходи для рідини між двома цими зонами на рівні або вище рівня рідини.

Зазначений рівень рідини може бути визначений верхньою крайкою внутрішнього корпусу реактора, яка відокремлює першу реакційну зону від другої реакційної зони. В деяких варіантах здійснення, цей рівень рідини може бути визначений переходом між різними частинами внутрішнього корпусу, наприклад, переходом від циліндричної частини до конічної частини. Відповідно, реактор може містити один або більше число проходів для рідини, розташованих нижче верхньої крайки або переходу внутрішнього корпусу.

У одному варіанті здійснення, розділювальні засоби між реакційними зонами включають внутрішній корпус і кришку. Внутрішній корпус розташовується коаксіально зовнішньому корпусу високого тиску реактора і виконує розділення двох реакційних зон у радіальному напрямку так, що перша реакційна зона знаходиться всередині внутрішнього корпусу, а друга реакційна зона обмежена у радіальному напрямку між внутрішнім корпусом і зовнішнім корпусом високого тиску реактора. Наприклад, другою реакційною зоною є кільцева ділянка між внутрішнім корпусом і зовнішнім корпусом високого тиску реактора.

Кришка може бути розташована над внутрішнім корпусом в ділянці реактора між зовнішнім корпусом високого тиску і внутрішнім корпусом. Крім того, кришка може мати проходи для відведення відхідного газу синтезу мелаїну з другої реакційної зони, і нижню частину, що проходить в першу реакційну зону нижче верхньої крайки внутрішнього корпусу.

У цьому варіанті здійснення, між нижньою частиною кришки і внутрішнім корпусом сформований прохід для рідини. На нижній крайці кришки, зокрема, сформована впускна секція для рідини, що знаходиться нижче рівня розплаву мелаїну, коли у процесі роботи внутрішній реакційний простір заповнений рідким мелаїном.

Більш переважно, зазначена нижня частина кришки може виступати в першу реакційну зону коаксіально верхньої частини внутрішнього корпусу так, що кільцевий прохід для розплаву мелаїну розділяється між нижньою частиною кришки і верхньою частиною внутрішнього корпусу.

Переважно внутрішній корпус має циліндричну форму, так само як і нижня частина кришки.

Проходи для відведення відхідного газу синтезу мелаїну переважно знаходяться в безпосередній близькості (проксимально) від зовнішнього корпусу високого тиску. Наприклад, ці проходи можуть включати придатні отвори або щілини.

У одному варіанті здійснення розділювальні засоби включають внутрішній корпус, який коаксіальний з корпусом високого тиску реактора і який має нижню частину на першій радіальній

відстані від зовнішнього корпусу високого тиску і верхню частину на другій радіальній відстані від зовнішнього корпусу високого тиску, величина якої менша за першу радіальну відстань, причому верхня частина, таким чином, виявляється ближче до зовнішнього корпусу високого тиску, ніж нижня частина. Внутрішній корпус також включає перехідну частину, яка з'єднує нижню частину з верхньою частиною.

Між зовнішнім корпусом високого тиску і верхньою частиною внутрішнього корпусу високого тиску утворений простір для відведення меламінового відхідного газу. Оскільки верхня частина внутрішнього корпусу знаходиться відносно близько до зовнішнього корпусу, цей кільцевий простір може мати невеликий поперечний переріз проходу для газу, що веде до високої швидкості газу з відповідними перевагами, зазначеними вище. Зокрема, посилюється конвективний потік і скорочується небажане дифузійне перенесення CO₂ завдяки високій швидкості потоку газу у цьому кільцевому просторі.

Нижня частина внутрішнього корпусу може включати проходи для розплаву меламіну з першої реакційної зони у другу реакційну зону, розташовані нижче рівня розплаву меламіну у процесі роботи.

Нижня частина і верхня частина внутрішнього корпусу можуть бути циліндричними; перехідна частина може бути конічною або в основному конічною.

В іншому варіанті здійснення, внутрішній корпус, що відокремлює дві реакційні зони одна від одної, може мати верхню частину, яка дозволяє герметично закрити другу реакційну зону. Відповідно, реактор включає придатні засоби для вилучення відхідного газу, що вивільнився у другій реакційній зоні, наприклад, засоби, що включають випускні отвори у зовнішньому корпусі високого тиску.

Перевагою цього варіанта здійснення є фізичне відокремлення газу у першій реакційній зоні від газу у другій реакційній зоні з метою запобігання небажаній дифузії CO₂.

Спосіб синтезу меламіну з сечовини відповідно до винаходу може бути здійснений в реакторі, який містить першу реакційну зону та другу реакційну зону, причому першою реакційною зоною є кільцева зона, розташована коаксіально навколо першої реакційної зони.

При здійсненні способу:

подають свіжу сечовину в першу реакційну зону, в якій у ході некаталітичного процесу високого тиску формується рідкий розплав неочищеного меламіну;

передають цей розплав меламіну з першої реакційної зони у другу реакційну зону для подальшої обробки;

відводять продукт, що містить меламін, з другої реакційної зони і відводять з другої реакційної зони верхній відхідний газ синтезу меламіну, що містить аміак і діоксид вуглецю;

причому розплав неочищеного меламіну протікає з першої реакційної зони у другу реакційну зону через одне або більше число з'єднувальних вікон, які мають впускну секцію для рідини у першій реакційній зоні, розташовану нижче рівня рідкого розплаву меламіну, що міститься у першій реакційній зоні.

Подальша обробка розплаву меламіну у другій реакційній зоні може включати відпарювання розплаву меламіну газоподібним аміаком. Потім газоподібний аміак видаляється разом із газоподібним діоксидом вуглецю у вигляді відхідного газу синтезу меламіну.

Далі винахід описується докладніше з посиланням на креслення, на яких:

Стислий опис креслень

на фіг. 1 представлений у поперечному перерізі ескіз відомого комбінованого первинного і вторинного реактора синтезу меламіну;

на фіг. 2 представлений вигляд частини комбінованого реактора, аналогічного показаному на фіг. 1, модифікованого відповідно до першого варіанту здійснення винаходу;

на фіг. 3 зображений фрагмент зображення на фіг. 2;

на фіг. 4 представлений інший варіант здійснення винаходу;

на фіг. 5 представлений ще один варіант здійснення винаходу.

Докладний опис здійснення винаходу

На фіг. 1 представлений комбінований (суміщений) первинний і вторинний реактор R синтезу меламіну з коаксіальними реакційними камерами 6 і 7, розділеними корпусом 4.

Зокрема, на фіг. 1 показано наступні елементи.

1 зовнішній корпус високого тиску реактора (зовнішній корпус)

2 центральна труба

3 нагрівальні елементи, наприклад, радіаторні трубки

4 внутрішній корпус (резервуар/стакан)

5 внутрішня зона першої реакційної камери, утворена центральною трубою 2

6 периферійна зона першої реакційної камери

7 друга реакційна камера (кільцева реакційна камера)

8 увід розплаву сечовини

9 вихідна сечовина, що підводиться

10 тороїдальний розподільник

- 11 вихідний газоподібний аміак, що підводиться
- 12 газорозділювальна камера
- 13 відкрита верхня секція труби 2 з дефлектором 13а
- 14 рівень рідкого меламіну при нормальній роботі
- 15 крайка внутрішнього корпусу 4
- 16 вихід меламіну
- 17 трубопровід для відведення відхідного газу

Внутрішній корпус 4 утворює першу реакційну камеру, яка складається з внутрішньої зони 5, обмеженої центральною трубою 2, і периферійної зони 6 назовні центральної труби 2, в якій знаходяться радіаторні труби 3. Друга реакційна камера 7, яка має в основному кільцеподібну форму, утворена між внутрішнім корпусом 4 і зовнішнім корпусом 1.

У процесі роботи, рідкий меламін досягає рівня, позначеного лінією 14, і перетікає через верхню крайку 15 внутрішнього корпусу 4 у кільцеву камеру 7.

В кільцевій камері 7 виконується відпарювання рідкого меламіну висхідним газоподібним аміаком, що вводиться тороїдальним розподільником 10, розташованим на дні кільцевої камери 7. Одержаний таким чином (після відпарювання) очищений меламін 16 відводиться через дно камери 7; гази, які виділяються в процесі відпарювання і які містять переважно CO_2 і аміак, збираються у камері 12 і відводяться по трубопроводу 17.

Відомий реактор, показаний на фіг. 1, в основному утворює первинну секцію конверсії в камерах 5 і 6 та вторинну секцію відпарювання в кільцевій камері 7. Неочищений меламін, одержаний в камерах 5, 6, переноситься переливанням з внутрішнього корпусу 4 в камеру 7 для вторинної обробки (відпарювання).

На фіг. 2 показаний перший варіант здійснення винаходу. Для ясності викладу використовуються ті ж цифрові позначення, що й на фіг. 1.

Відповідно до фіг. 2, реактор включає кришку 20 кільцевої камери 7, що має герметичне з'єднання із внутрішньою поверхнею зовнішнього корпусу 1.

Переважно, кришка 20 має першу частину 21, з'єднану з зовнішнім корпусом 1, другу частину 22 і третю частину 23.

Перша частина 21 має один або більше число проходів 24 для відхідного газу. Ці проходи 24 забезпечують проходження газу між кільцевою камерою 7 і розташованою зверху камерою 12 збирання газу. Проходами 24 можуть бути отвори або щілини, переважно розташовані в безпосередній близькості від зовнішнього корпусу 1.

Третя частина, що є нижньою частиною кришки 20, проходить у першу реакційну зону 6 нижче верхньої крайки 15 внутрішнього корпусу 4. Зокрема, нижня крайка 25 кришки 20 (нижня крайка її частини 23) знаходиться нижче крайки 15 внутрішнього корпусу 4.

Третя частина 23 відстоїть від внутрішнього корпусу 4 так, що між ними утворюється в основному кільцевий прохід 26. Цей кільцевий прохід 26 утворює з'єднувальне вікно для рідкого меламіну з реакційної камери 6 у реакційну камеру 7.

У процесі роботи рідкий меламін в камері 6 досягне рівня 14 над крайкою 15 завдяки наявності кришки 20 і її частини 23. Перевищення рівня 14 над крайкою 15 створює силу, що змушує рідкий меламін текти через заглиблений прохід 26 в камеру 7. Можна помітити, що впускна секція 26а проходу 26 втоплена, перебуваючи нижче рівня 14 меламіну.

Рідкий меламін утворює гідравлічний закрив, що перешкоджає протіканню назад у першу камеру 6 газу, що вивільняється в другій камері 7. Цей газ збирається у верхній камері 12 через проходи 24. Окрім того, запобігається проходження газу над камерою 6 в камеру 7 і його дифузія у рідкому меламіні, що знаходиться там.

Друга камера 7 по суті відокремлена від камери 12 збирання газу кришкою 20, і проходження газу між двома камерами можливе лише через проходи 24 для газу, кількість яких може бути обмежена, а пропускання через які по суті відбувається в одному напрямку з камери 7 в камеру 12. Завдяки цьому запобігається збирання газової фази у верхній частині другої камери 7 і над рідиною. Отже, запобігається або значно знижується можлива дифузія газоподібного CO_2 в рідкий меламін, що міститься у другій камері 7.

На фіг. 4 представлений варіант здійснення, в якому розділення між першою камерою 6 і другою камерою 7 здійснюється внутрішнім корпусом 30, який є коаксialним із зовнішнім корпусом 1 та замінює раніше описаний внутрішній корпус 4.

Цей внутрішній корпус 30 має нижню частину 31, верхню частину 32 і перехідну частину 33. Нижня частина 31 знаходиться на першій радіальній відстані d_1 від зовнішнього корпусу 1 високого тиску, а верхня частина 32 знаходиться на другій радіальній відстані d_2 від зовнішнього корпусу 1 високого тиску, причому d_2 менша ніж d_1 . Тому верхня частина 32 знаходиться ближче до зовнішнього корпусу 1 високого тиску.

Між зовнішнім корпусом 1 високого тиску і верхньою частиною 32 внутрішнього корпусу 30 високого тиску утворений кільцевий простір 34 для відведення відхідного газу синтезу меламіну.

Переважно відстань d_2 невелика, тому кільцевий простір 34 має відносно невеликий поперечний переріз для збільшення швидкості протікання газу у просторі 34.

За аналогією з раніше описаним варіантом здійснення, камери 7 і 12 в основному розділені корпусом 30, і передача газу можлива тільки через простір 34. Завдяки швидкому потоку газу у цьому просторі 34, конвективний потік газу, що залишає камеру 7, превалює над дифузійним перенесенням, і тому запобігається або суттєво скорочується дифузія CO_2 в рідину, що міститься в камері 7.

Передача неочищеного меламіну з камери 6 в камеру 7 забезпечується рядом заглиблених отворів 35 у корпусі 30, точніше, у його нижній частині 31. Кожний отвір 35 має впускну секцію 35а, що знаходиться також нижче рівня 14 рідини.

У процесі роботи, проходи 35 розташовані нижче рівня 14 рідини в камері 6. Максимальний рівень, який може бути досягнутий рідким меламіном, може відповідати, наприклад, переходу між частинами 31 і 33 корпусу 30.

Переважно, нижня частина і верхня частина внутрішнього корпусу 30 мають циліндричну форму, а перехідна частина 33 має форму конуса або близьку до конічної, як показано на кресленні.

На фіг. 5 показаний інший варіант здійснення, в якому камери 6 і 7 розділені внутрішнім корпусом 40, що включає: нижню частину 41, що радіально розділяє дві камери 6, 7, і верхню частину 42, виконану з можливістю щільного перекриття камери 7. У цьому випадку, газ, що виділився в камері 7, видаляється через випускні отвори 43 у зовнішньому корпусі 1 високого тиску. Розплав меламіну передається з камери 6 в камеру 7 через ряд заглиблених отворів 44, впускні секції 44а яких знаходяться у нижній частині 41 внутрішнього корпусу 40.

У цьому варіанті здійснення, показаному на фіг. 5, для запобігання небажаній дифузії CO_2 використовується фізичне розділення між реакційними зонами 6 і 7.

Випускні отвори 43 можуть бути приєднані до трубопроводу відведення відхідного газу. У варіанті здійснення у лінії відведення відхідного газу можуть бути встановлені один або більше число клапанів керування потоком для регулювання тиску в камері 7.

У всіх варіантах здійснення (наприклад, варіантах здійснення на фіг. 2-5) камера 6 належить першій реакційній зоні, яка також може включати внутрішню зону навколо вісі реактора, яка утворюється трубою 5, як показано на фіг. 1.

В різних варіантах здійснення винаходу розв'язуються задачі, заявлені вище.

Між камерами 6 і 7 встановлюється гідравлічний закриття за рахунок того, що проходи для рідини для проходження розплаву меламіну із внутрішньої камери 6 у зовнішню камеру 7 знаходяться нижче рівня 14 в камері 6, тобто, існує гідростатичний напір над впуском для рідини.

Між двома камерами 6 і 7 також створюється перепад тиску, причому у зовнішній камері 7 тиск вищий. Зокрема, в варіантах здійснення, показаних на фіг. 2-4, вищий тиск в камері 7 утворюється за рахунок перепаду тиску (Дельта-р), необхідного для протікання газоподібного аміаку через проходи 24 або кільцевий простір 34, які мають відносно невеликий поперечний переріз. Іншими словами, тиск в камері 7 по суті дорівнює тиску в камері 12 плюс дельта-р газоподібного аміаку. У варіанті здійснення на фіг. 5 тиском в камері 7 можна також керувати за допомогою одного або більшого числа клапанів керування потоком, встановлених на трубопроводі відведення відхідного газу, з'єднаному з випускними отворами 43.

Відхідний газ синтезу меламіну відводиться із зовнішньої камери 7, де відбувається відпарювання розплаву неочищеного меламіну. Також досягається краще розділення між відхідним газом і рідиною, яка знаходиться у зовнішній камері 7. Також запобігається присутність газової фази над рідиною у зовнішній камері 7 і небажана дифузія CO_2 у рідину. Усе це сприяє конверсії побічних продуктів в меламін, що в результаті дозволяє покращити чистоту (знижити вміст побічних продуктів) меламіну 16, який виробляється.

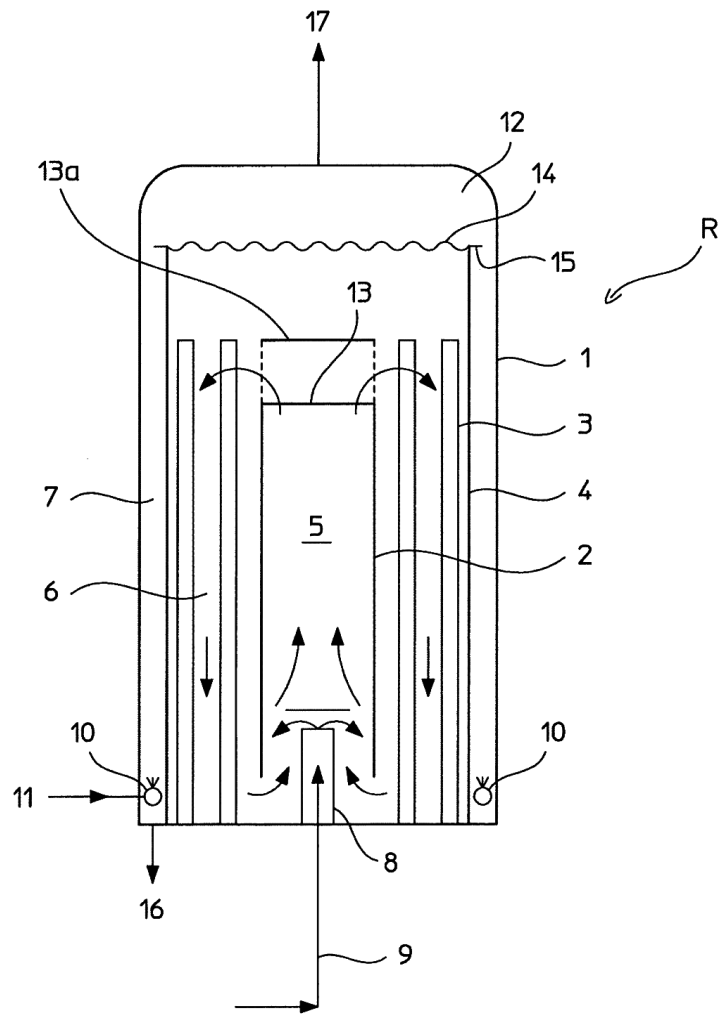


Fig. 1

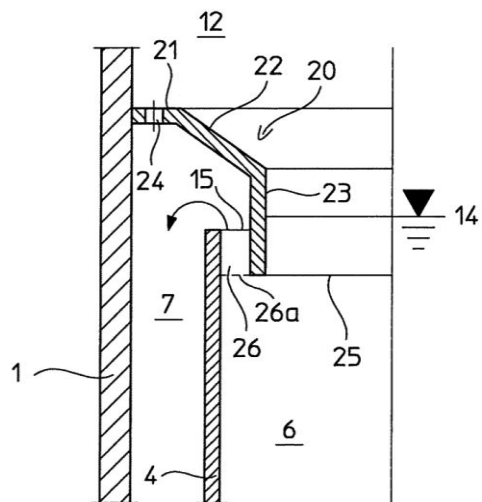


Fig. 2

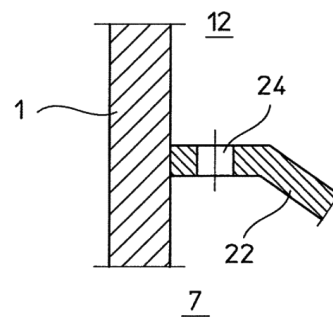


Fig. 3

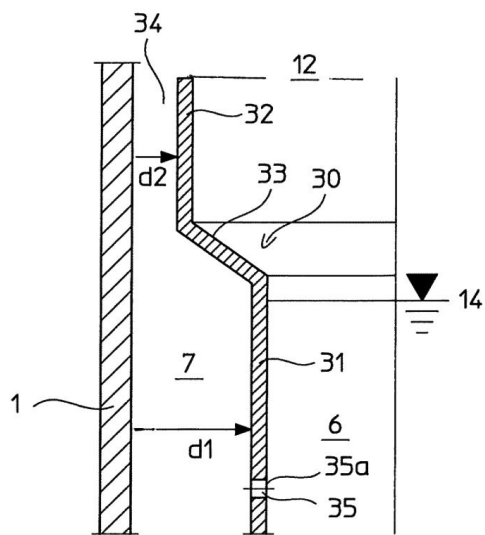


Fig. 4

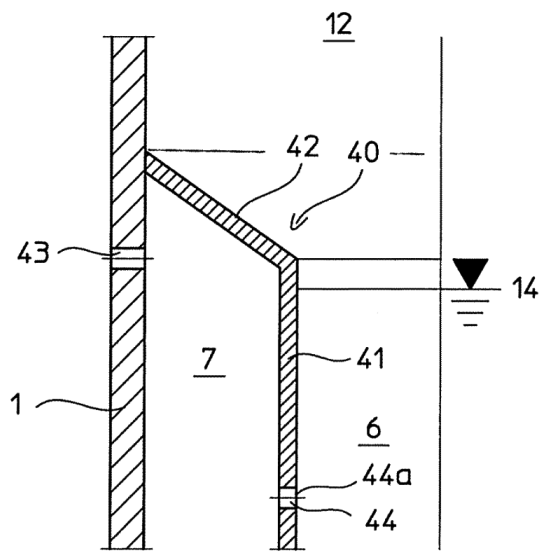


Fig. 5