



УКРАЇНА

(19) UA (11) 87511 (13) C2
(51) МПК (2009)
B01J 8/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) РЕАКТОР З НЕРУХОМИМ ШАРОМ КАТАЛІЗАТОРА

1

(21) а200702166
(22) 22.07.2005
(24) 27.07.2009
(86) РСТ/ЕР2005/008020, 22.07.2005
(31) 04017905.3
(32) 29.07.2004
(33) ЕР
(46) 27.07.2009, Бюл.№ 14, 2009 р.
(72) ФІЛІППО ЕРМАННО, ІТ/СН, РІЗІ ЕНРІКО, ІТ,
ТАРОЗЗО МІРКО, ІТ/СН
(73) МЕТАНОЛ КАСАЛЕ С.А., СН
(56) ЕР 0314550 А1, 03.05.1989
DE 10031347 А1, 04.01.2001
WO 9009234 А1, 23.08.1990
WO 9944939 А1, 10.09.1999
(57) 1. Радіальний реактор (10, 110, 210, 310) для проведення каталітичних реакцій, який має по суті циліндричний корпус (12), закритий із протилежних кінців днищем 14 та кришкою 16, розташований на осі корпусу (12) перший шар (18) каталізатора по суті з кільцевим поперечним перерізом, що має вхідний бік (20), через який в нього потрапляють газоподібні реагенти, та вихідний бік (21), через який з нього виходить реакційна суміш, множину розташованих і розподілених по суті в кільцевій частині першого шару (18) каталізатора теплообмінників (22), через які проходить текучий теплоносій, щонайменше один розташований у корпусі (12) на одній осі з першим шаром (18) каталізатора на заданій від нього відстані другий шар (28) каталізатора по суті з кільцевим поперечним перерізом, що має вхідний бік (30), через який у нього потрапляє реакційна суміш, і вихідний бік (31), через який з нього виходять газоподібні продукти реакції, множину розташованих і розподілених по суті в кільцевій частині другого шару (28) каталізатора теплообмінників (32), через які проходить текучий теплоносій, розподільник (62) для розподілення газоподібних реагентів за всією площею вхідного боку (20) першого шару (18) каталізатора, через який газоподібні реагенти потрапляють у нього, з'єднання (64), яке з'єднує вихідний бік (21) першого шару (18) каталізатора із вхідним боком (30) другого шару (28) каталізатора, і розподільник (66) для розподілення реакційної суміші за всією площею вхідного боку (30) другого шару (28) каталізатора, який **відрізняється** тим, що розташовані в першому шарі каталізатора теплообмінники (22)

2

розташовані тільки в частині цього першого шару (18) каталізатора ближче до його вихідного боку (21), а розташовані в другому шарі каталізатора теплообмінники (32) розташовані тільки в частині цього другого шару (28) каталізатора ближче до його вхідного боку (30).

2. Радіальний реактор (10, 110, 210, 310) за п. 1, який **відрізняється** тим, що теплообмінники (22, 32) виготовлені з листів і мають форму плоских порожнистих прямокутних паралелепіпедів.

3. Радіальний реактор (10, 110, 210, 310) за п. 1, який **відрізняється** тим, що щонайменше один з розташованих у шарі (18, 28) каталізатора теплообмінників (22, 32) з'єднаний з патрубком, який розташований на зовнішньому боці корпусу реактора.

4. Радіальний реактор (10, 110) за п. 1, який **відрізняється** тим, що в обох шарах каталізатора теплообмінники (22, 32) розташовані поруч із корпусом (12) реактора.

5. Радіальний реактор (210, 310) за п. 1, який **відрізняється** тим, що в першому шарі (18) каталізатора теплообмінники (22) розташовані поруч із корпусом (12) реактора, а в другому шарі (28) каталізатора теплообмінники (32) розташовані ближче до осі (А-А) корпусу (12) реактора.

6. Радіальний реактор (10, 110, 210, 310) за п. 1, який **відрізняється** тим, що діаметр верхньої кришки (16) його корпусу істотно менше діаметра самого корпусу (12).

7. Спосіб каталітичного синтезу в радіальному реакторі (10, 110, 210, 310), який має по суті циліндричний корпус (12), закритий із протилежних кінців днищем (14) і кришкою (16), розташований на осі корпусу (12) перший шар (18) каталізатора по суті з кільцевим поперечним перерізом, що має вхідний бік (20), через який в нього потрапляють газоподібні реагенти, і вихідний бік (21), через який з нього виходить реакційна суміш, множину розташованих і розподілених по суті в кільцевій частині першого шару (18) теплообмінників (22), через які проходить текучий теплоносій, щонайменше один розташований у корпусі (12) на одній осі з першим шаром (18) каталізатора на заданій від нього відстані другий шар (28) каталізатора по суті з кільцевим поперечним перерізом, що має вхідний бік (30), через який в нього потрапляє реакційна суміш, і вихідний бік (31), через який з нього

(19) UA (11) 87511 (13) C2

виходять газоподібні продукти реакції, множину розташованих і розподілених по суті в кільцевій частині другого шару (28) каталізатора теплообмінників (32), через які проходить текучий теплоносій, розподільник (62) для розподілення газоподібних реагентів за всією площею вхідного боку (20) першого шару (18) каталізатора, з'єднання (64), яке з'єднує вихідний бік (21) першого шару (18) каталізатора із вхідним боком (30) другого шару (28) каталізатора, і розподільник (66) для

розподілення реакційної суміші за всією площею вхідного боку (30) другого шару (28) каталізатора, який **відрізняється** тим, що газоподібні реагенти пропускають через першу - адіабатичну - зону в першому шарі каталізатора, а потім через першу - псевдоізотермічну - зону в першому шарі каталізатора, другу - псевдоізотермічну - зону в другому шарі каталізатора та на завершення через другу - адіабатичну - зону в другому шарі каталізатора.

Даний винахід стосується радіального реактора для проведення гетерогенних каталітичних реакцій, який має по суті циліндричний корпус із вертикальною остю, закритий із протилежних боків днищем та кришкою, розташований у корпусі шар каталізатора та множину розташованих у шарі каталізатора теплообмінників. Винахід стосується, зокрема, реактора зазначеного вище типу, конструкція якого забезпечує можливість проходження газоподібних реагентів та продуктів реакції через шар каталізатора головним чином у радіальному відносно осі корпуса напрямку. Тому в наведеному нижче описі та у формулі винаходу пропонується у винаході реактор названий радіальним реактором, хоч фактично даний винахід рівною мірою стосується і чисто радіальних реакторів, і радіально-осьових реакторів.

Відомо, що останнім часом при проведенні гетерогенних каталітичних реакцій для промислового синтезу різних хімічних продуктів, наприклад, аміаку, метанолу, формальдегіду або стиролу, постійно зростає необхідність у підвищенні продуктивності та конверсійного виходу реакторів при одночасному зниженні споживання енергії, капіталовкладень і витрат, пов'язаних з їх обслуговуванням і ремонтом.

Для вирішення цієї проблеми були запропоновані так названі псевдоізотермічні реактори, у яких температуру реакції регулюють у вузькому діапазоні відхилень від заданої оптимальної величини.

Однак за всіх своїх численних переваг жоден з відомих реакторів подібного типу одночасно не задовольняє всім зазначеним вище вимогам.

З одного боку, дуже важливо, щоб вихідні реагенти та продукти реакції залишалися всередині реактора, а точніше, у зоні реакції (у шарі каталізатора) протягом певного періоду часу, необхідно для взаємодії реагентів і теплообміну між сумішшю реагентів та продуктів реакції з текучим теплоносієм, а з іншого боку, проходження через зону реакції (шар каталізатора) газів не повинне супроводжуватися високими втратами тиску та високою витратою енергії і/або значним ускладненням конструкції реактора та підвищенням його вартості.

Для підвищення продуктивності та збільшення конверсійного виходу в існуючих псевдоізотермічних реакторах, зокрема, у реакторах з радіальним потоком газів в утворений шаром каталізатора зоні реакції, доводиться істотно підвищувати висоту шару каталізатора та збільшувати, як, наприклад,

у реакторах синтезу аміаку, відношення висоти корпусу до діаметра до 10 або більше.

При великій висоті шару каталізатора газоподібні реагенти, які розподіляються уздовж стінки на вході в шар каталізатора, не мають достатню для проходження через шар каталізатора швидкість. Зниження швидкості газоподібних реагентів у шарі каталізатора негативно позначається на ефективності теплообміну між ними та теплообмінниками. Із цих причин у таких реакторах неможливо забезпечити оптимальний контроль температури реакції, яка протікає в реакторі в псевдоізотермічних умовах.

В ЕР-А-0314550 описаний радіальний реактор із двома шарами каталізатора.

В основу даного винаходу була покладена задача розробити реактор зазначеного на початку опису типу, який був би позбавлений недоліків відомих реакторів подібного типу та завдяки своїм конструктивним та функціональним особливостям мав би високу продуктивність та високий конверсійний вихід і відрізнявся б низьким споживанням енергії, низькими капіталовкладеннями та низькими експлуатаційними витратами та витратами на ремонт і обслуговування.

Зазначена вище задача вирішується відповідно до винаходу за допомогою запропонованого в ньому радіального реактора для проведення каталітичних реакцій, який має по суті циліндричний корпус, закритий із протилежних кінців кришкою та днищем, розташований на осі корпуса перший шар каталізатора по суті з кільцевим поперечним перерізом, який має вхідний бік, через який до нього потрапляють газоподібні реагенти, і вихідний бік, через який з нього виходить реакційна суміш, множину розташованих і розподілених по суті в кільцевій частині першого шару каталізатора теплообмінників, щонайменше один розташований у корпусі на одній осі з першим шаром каталізатора на заданій від нього відстані другий шар каталізатора по суті з кільцевим поперечним перерізом, який має вхідний бік, через який в нього потрапляє реакційна суміш, і вихідний бік, через який з нього виходять газоподібні продукти реакції, множину розташованих і розподілених по суті в кільцевій частині другого шару каталізатора теплообмінників, розподільник для розподілення газоподібних реагентів за всією площею вхідного боку першого шару каталізатора, з'єднання, яке з'єднує вихідний бік першого шару каталізатора із вхідним боком другого шару каталізатора, і розподільник для розподілення реакційної суміші за всією площею вхідного боку другого шару каталізатора.

Інші відмітні риси та переваги даного винаходу більш докладно розглянуті нижче на прикладі одного з варіантів виконання пропонованого у винаході реактора з посиланням на прикладені до опису креслення, які лише ілюструють винахід і не обмежують його обсяг.

На Фіг.1 схематично в поздовжньому розрізі показаний пропонований у винаході реактор.

На Фіг.1а показаний зображений на Фіг.1 реактор у поперечному перерізі площиною В-В.

На Фіг.1б показаний зображений на Фіг.1 реактор у поперечному перерізі площиною С-С.

На Фіг.2 схематично в поздовжньому розрізі показаний реактор, виконаний відповідно до першого варіанта здійснення винаходу.

На Фіг.3 схематично в поздовжньому розрізі показаний реактор, виконаний відповідно до другого варіанта здійснення винаходу.

На Фіг.3а показаний зображений на Фіг.3 реактор у поперечному перерізі площиною D-D.

На Фіг.3б показаний зображений на Фіг.3 реактор у поперечному перерізі площиною E-E.

На Фіг.4 схематично в поздовжньому розрізі показаний реактор, виконаний відповідно до третього варіанта здійснення винаходу.

На Фіг.1, 1а та 1б показаний позначений загальною позицією 10 пропонований у даному винаході реактор, призначений для проведення каталітичних реакцій.

Пропонований у винаході реактор 10 є реактором радіального, а точніше, так названого радіально-осьового типу та має по суті циліндричний корпус 12 з вертикальною віссю А-А, закритий із протилежних кінців днищем 14 та кришкою 16, і розташований усередині корпусу перший шар 18 каталізатора по суті з кільцевим поперечним перерізом. Перший шар 18 каталізатора звичайним чином утримується в корпусі 12 реактора та має вхідний бік 20, через який в нього потрапляють вихідні газоподібні реагенти, і концентрично розташований щодо нього на одній осі вихідний бік 21, через який з нього виходить реакційна суміш, що разом з газоподібними реагентами та продуктами реакції проходить через шар 18 каталізатора по суті в радіальному, а точніше, у радіально-осьовому напрямку.

Границі першого шару 18 каталізатора в напрямку, паралельному осі А-А, утворені відповідно зовнішньою та внутрішньою стінками 19а і 19б корзини 19, яка має форму циліндричного кільця та стінки 19а і 19б якої виконані перфорованими або іншим способом проточними для газів, які проходять через шар 18 каталізатора в радіальному напрямку. Знизу корзина 19 закрита днищем 19с.

У шарі 18 каталізатора розташовані теплообмінники 22. Теплообмінники 22 розташовані та розподілені, зокрема, по окружності всередині кільцевої частини першого шару 18 каталізатора. Теплообмінники 22 мають форму розташованих у радіальних площинах плоских порожнистих прямокутних паралелепіпедів, довгі боки 24 яких паралельні осі А-А корпусу 12.

У пропонованому у винаході реакторі можна використовувати теплообмінники 22, розташовані концентричними рядами навколо центральної осі

корпусу 12 реактора (такий варіант розташування теплообмінників на кресленнях не показаний).

Теплообмінники 22 мають вхідний патрубок 26 для подачі в них текучого теплоносія та вихідний патрубок 27 для відведення з них текучого теплоносія.

Пропонований в одному з варіантів здійснення винаходу показаний на Фіг.1 реактор 10 має другий шар 28 каталізатора по суті з кільцевим поперечним перерізом. У принципі пропонований у винаході реактор може мати й інші, не показані на кресленнях шари каталізатора.

Другий шар 28 каталізатора звичайним чином утримується в корпусі 12 на заданій відстані від розташованого з ним на одній осі першого шару 18 каталізатора. Другий шар 28 каталізатора має розташовані концентрично на одній осі вхідний бік 30, через який в нього потрапляє реакційна суміш, та вихідний бік 31, через який з нього виходять продукти реакції. Газоподібні реагенти та продукти реакції проходять через другий шар 28 каталізатора по суті в радіальному, а точніше, у радіально-осьовому напрямку.

Межі другого шару 28 каталізатора в напрямку, паралельному осі А-А, утворені відповідно зовнішньою та внутрішньою стінками 29а та 29б корзини 29, яка має форму циліндричного кільця та стінки 29а та 29б якої виконані перфорованими або іншим способом проточними для газів, які проходять через другий шар 28 каталізатора в радіальному напрямку. Знизу корзина 29 закрита днищем 29с.

У другому шарі 28 каталізатора розташовані теплообмінники 32. Теплообмінники 32 розташовані та розподілені, зокрема, по окружності всередині кільцевої частини другого шару 28 каталізатора. Теплообмінники 32 мають форму розташованих у радіальних площинах плоских порожнистих прямокутних паралелепіпедів, довгі боки 34 яких паралельні осі А-А корпусу 12 реактора.

У пропонованому у винаході реакторі можна використовувати теплообмінники 32, розташовані концентричними рядами навколо центральної осі корпусу 12 реактора (такий варіант розташування теплообмінників на кресленнях не показаний).

Теплообмінники 32 мають вхідний патрубок 36 для подачі в них текучого теплоносія та вихідний патрубок 37 для відведення з них текучого теплоносія.

Щонайменше один з теплообмінників 22 або 32, розташованих у шарі 18 або 28 каталізатора, у цьому випадку щонайменше один з теплообмінників 22, з'єднаний відповідними трубами з патрубками, які розташовані зовні на корпусі реактора.

Відповідно до однієї з відмітних рис даного винаходу теплообмінники 22 і 32 розташовані тільки в визначеній частині відповідного шару 18 та 28 каталізатора й утворюють у відповідному реакційному просторі псевдоізотермічну та адіабатичну зони.

У поздовжньому напрямку теплообмінники 22 і 32 займають майже всю висоту відповідного шару 18 та 28 каталізатора, а в радіальному напрямку - від 55 до 95% від його ширини, або товщини. У кращому варіанті ширина теплообмінників, розта-

шованих у першому шарі 18 каталізатора, становить від 65 до 80% від товщини шару, а теплообмінників, розташованих у другому шарі 28 каталізатора, - від 60 до 75% від товщини шару.

У пропонованому у винаході реакторі нижні краї теплообмінників 22, що розташовані у визначеній частині першого шару 18 каталізатора, знаходяться у площині його вихідного боку 21.

З іншого боку, верхні краї теплообмінників 32, що розташовані у другому шарі 28 каталізатора, знаходяться у площині його вхідного боку 30.

У реакторі, приклад якого показаний на Фіг.1, теплообмінники 22 та 32 розташовані поруч із корпусом 12.

Пропонований у винаході реактор містить також розподільник 62 для розподілення газоподібних реагентів за всім вхідним боком 20 першого шару 18 каталізатора, з'єднання 64, через яке вихідний бік 21 першого шару 18 каталізатора з'єднується із вхідним боком 30 другого шару 28 каталізатора, і розподільник 66 для розподілення реакційної суміші за всім вхідним боком 30 другого шару 28 каталізатора.

Слід зазначити, що в пропонованому у винаході реакторі, приклад якого показаний на Фіг.1, перший та другий шари 18 та 28 каталізатора розташовані всередині корпусу 12 у циліндричному патроні 40, вісь якого збігається з віссю корпусу. При цьому між патроном 40 та стінкою корпусу 12 залишається вільний простір 41.

Реактор, приклад якого показаний на Фіг.1, має також виконану у вигляді горловини по суті циліндричну верхню частину 42, яка кріпиться до верхньої кришки 16 корпусу, діаметр якої менше діаметра корпусу 12. У цій верхній частині 42 реактора розташований трубчастий теплообмінник 44.

У патроні 40 на вході в перший шар 18 каталізатора розташована камера 52, у якій збираються реагенти, що подаються в реактор.

Газоподібні продукти реакції, які виходять із другого шару 28 каталізатора, збираються в колекторі 54, який розташований у внутрішній стінці 29b корзини 29. Колектор 54 з'єднаний трубою 56 із трубчастим теплообмінником 44, розташованим у верхній частині 42 реактора.

Вільний простір, що залишається між внутрішньою стінкою 19b корзини 19 і трубою 56, утворює кільцевий канал 62a. Другий кільцевий канал 64a утворений вільним простором, що залишається між зовнішньою стінкою 19a корзини 19 і патроном 40.

Ще один - третій - кільцевий канал 64b утворений вільним простором між патроном 40 та зовнішньою стінкою 29a корзини 29.

Розподільник 62 для розподілення газоподібних реагентів за всім вхідним боком 20 першого шару 18 каталізатора утворений зовнішньою стінкою 19a і/або внутрішньою стінкою 19b корзини 19. Для рівномірного розподілення газоподібних реагентів за всім вхідним боком першого шару каталізатора призначені наскрізні отвори, виконані відповідним чином у стінках 19a та 19b корзини.

З'єднання 64, яке з'єднує вихідний бік 21 першого шару 18 каталізатора із вхідним боком 30 другого шару 28 каталізатора, утворене кільцевими каналами 64a та 64b і проміжною камерою 64c,

у якій збирається суміш газів і яка розташована між першим та другим шарами каталізатора.

Розподільник 66 для розподілення реакційної суміші газів за всім вхідним боком 30 другого шару 28 каталізатора утворений зовнішньою стінкою 29a і/або внутрішньою стінкою 29b корзини 29. Для рівномірного розподілення реакційної суміші за всім вхідним боком другого шару каталізатора призначені наскрізні отвори, виконані відповідним чином у стінках 29a та 29b корзини.

На днищі 14 корпусу реактора розташований патрубок 15 для подачі в реактор газоподібних реагентів, а на верхній кришці 16, а точніше, на верхній частині 42 реактора, розташований патрубок 17 для відбирання з реактора продуктів реакції. Крім того, на верхній кришці корпусу 12 під верхньою частиною 42 реактора 10 розташований патрубок 46 для подачі в перший шар 18 каталізатора іншого потоку свіжих газоподібних реагентів, патрубок 48 для подачі текучого теплоносія в теплообмінники, розташовані в першому шарі 18 каталізатора, і патрубок 50 для подачі текучого теплоносія в теплообмінники, розташовані в другому шарі 28 каталізатора.

Пропонований у винаході реактор 10 працює в такий спосіб.

Газоподібні реагенти, які подаються в реактор 10 через патрубок 15, розташований на днищі 14 корпусу, піднімаються по кільцевому каналу 41 між корпусом 12 та патроном 40 і потрапляють у трубчастий теплообмінник 44.

У трубчастому теплообміннику 44 газоподібні реагенти попередньо нагріваються. Газоподібні реагенти, які виходять із трубчастого теплообмінника 44 змішуються в розташованій над першим шаром 18 каталізатора камері 52 з газоподібними реагентами, які виходять через патрубок 37 з теплообмінників 32, що розташовані у другому шарі 28 каталізатора. Газоподібні реагенти, що подаються в реактор 10 через патрубок 48, проходять через пластинчасті теплообмінники 22 та 32 як текучий теплоносій (про що більш докладно сказано нижче) і потрапляють у камеру 52, у якій вони змішуються з газоподібними реагентами, попередньо підігрітими в трубчастому теплообміннику 44. Змінюючи кількість газоподібних реагентів, що подаються в камеру 52 через патрубок 46, можна регулювати температуру суміші газоподібних реагентів на вході в перший шар 18 каталізатора.

Суміш газоподібних реагентів, яка утворюється в камері 52, рівномірно розподіляється за всім вхідним боком 20 першого шару 18 каталізатора, проходить через шар каталізатора в радіальному напрямку й виходить через його протилежний бік 21.

Як показано на Фіг.1a, розташовані в першому шарі 18 каталізатора теплообмінники 22 утворюють у ньому дві концентричні кільцеві зони й, зокрема, першу - адіабатичну - зону 18a без теплообмінників і без відбирання тепла, що виділяється в процесі реакції, і другу - псевдоізотермічну - зону 18b, у якій тепло, що виділяється, відбирається текучим теплоносієм, що протікає через теплообмінники 22 (тобто в цьому випадку холодоносієм).

Таке розташування теплообмінників у першому шарі 18 каталізатора дозволяє підтримувати

температуру газоподібних реагентів, які проходять через шар каталізатора на рівні, що відповідає температурі реакції при максимальному конверсійному виході, і забезпечує можливість роботи реактора з високим рівнем конверсії реагентів, що подаються у нього.

Газоподібні реагенти та продукти реакції, що виходять з першого шару 18 каталізатора утворюють реакційну суміш, яка потрапляє в другий шар 28 каталізатора й проходить через нього до центра реактора 10.

Як показано на Фіг.1б, другий шар 28 каталізатора також розділений на дві зони і, зокрема, першу - псевдоізотермічну - зону 28b, у якій розташовані теплообмінники 32, та другу - адіабатичну - зону 28a.

Газоподібні продукти реакції, що виходять із другого шару 28 каталізатора, збираються в камері 54, по трубі 56 потрапляють у трубчастий теплообмінник 44 (у якому, як вже було відзначено вище, відбувається підігрівання газоподібних реагентів, які подаються у реактор) і виходять із реактора 10 через патрубок 17.

Як вже було відзначено вище, частину газоподібних реагентів подають як текучий теплоносіє у теплообмінники 22 та 32.

Цей текучий теплоносіє через патрубок 26 подають у пластинчасті теплообмінники 22, розташовані в першому шарі 18 каталізатора.

У пластинчастих теплообмінниках 22 текучий теплоносіє рухається в напрямку від осі до корпусу реактора, тобто рухається протієчєю з газоподібними реагентами, що рухаються в шарі 18 каталізатора. Такий протієчний рух перешкоджає надмірному відбиранню тепла із шару каталізатора, через яке звичайно відбувається зниження його ефективності.

Текучий теплоносіє, який виходить з теплообмінників 22 через патрубок 27 потрапляє по трубі 36а у патрубок 36 пластинчастих теплообмінників, що розташовані у другому шарі 28 каталізатора. Температуру цього текучого холодоносія регулюють шляхом подачі свіжого холодоносія в трубу 36а через патрубок 50.

У пластинчастих теплообмінниках 32 другого шару 28 каталізатора текучий теплоносіє рухається в напрямку від осі до корпусу реактора, тобто в протієчії з газоподібними реагентами, що рухаються в шарі 28 каталізатора. Оскільки цей текучий теплоносіє проходить через теплообмінники 32 другого шару 28 каталізатора частково підієртим, такий протієчийний рух поєгшує відбирання тепла із другого шару 28 каталізатора та виключає небезпеку його переохолодження. Текучий теплоносіє, що виходить із теплообмінників другого шару каталізатора через патрубок 37, по трубі 37а потрапляє в розташовану над першим шаром 18 каталізатора камеру 52, у якій він змішується з підієртимими в трубчастому теплообміннику газами, про що говорилося вище.

На Фіг.2 показаний виконаний за першим варіантом пропонуєваний у винаході реактор ПО, конструктивно схожий з описаним вище реактором 10. Елементи реактора 110, анаєієчні таким же реактора 10, позначені тими ж, що й на Фіг.1, позиціями та повторно не розєієдаються.

На відміну від реактора 10 реактор 110 не має патрубка 48 для подачі газоподібних реагентів як текучого теплоносія безпосередньо в пластинчасті теплообмінники.

Реактор 110 працює в такий спосіб.

Газоподібні реагенти, що подаються в реактор 110 через патрубок 15, розташовані на днищі 14 корпусу, підієієаються по кільцевому каналу 41 між корпусом 12 та патроном 40.

У трубчастому теплообміннику 44 газоподібні реагенти попередньо наєієаються. Газоподібні реагенти, що виходять із трубчастого теплообмінника 44 по трубі 58 через патрубок 26 як текучий теплоносіє (у цьому випадку холодоносіє) потрапляють у пластинчасті теплообмінники першого шару 18 каталізатора.

У пластинчастих теплообмінниках першого шару каталізатора охолоджуєч рухається в напрямку від осі до корпусу реактора, тобто в протієчії з газоподібними реагентами, що рухаються в шарі 18 каталізатора. Температуру текучого холодоносія в теплообмінниках першого шару каталізатора регулюють шляхом подачі свіжого текучого холодоносія в трубопровід 36а через патрубок 50.

Текучий теплоносіє, що виходить через патрубок 27 з теплообмінників, що розташовані у першому шарі каталізатора, потрапляє через патрубок 36 у пластинчасті теплообмінники, розташовані в другому шарі 28 каталізатора.

У пластинчастих теплообмінниках другого шару каталізатора текучий теплоносіє рухається від корпусу до осі реактора, тобто в протієчії з газоподібними реагентами в другому шарі 28 каталізатора. Текучий теплоносіє, що виходить із теплообмінників другого шару каталізатора через патрубок 37, потрапляє назад у розташовану над першим шаром 18 каталізатора камеру 52 і як газоподібний реагент проходить через шари 18 та 28 каталізатора таким же чином, що й в описаному вище реакторі 10.

На Фіг.3, 3а та 3б показаний виконаний за другим варіантом пропонуєваний у винаході реактор, позначений загальною позицією 210. Елементи реактора 210, анаєієчні таким же реактора 10, позначені тими ж, що й на Фіг.1, позиціями та повторно не розєієдаються.

Пропонуєваний у цьому варіанті здійснення винаходу реактор анаєієчно реактору 10 має теплообмінники 22 та 32, розташовані у відповідній зоні реакції в певній частині першого та другого шарів 18 та 28 каталізатора.

У першому шарі 18 каталізатора теплообмінники 22 розташовані поруч із вихідним боком 21 шару 18 каталізатора.

І навпаки, у другому шарі 28 каталізатора теплообмінники 32 розташовані поруч із вхідним боком 30 шару 28 каталізатора.

У реакторі, показаному на Фіг.3, теплообмінники 22 знаходяться у розташованій ближче до корпусу 12 частині першого шару 18 каталізатора, а теплообмінники 32 знаходяться у розташованій ближче до центральної осі А-А корпусу 12 частині другого шару 28 каталізатора.

Як показано на Фіг.3а, перший шар 18 каталізатора розділений на дві зони і, зокрема, першу - адіабатичну - зону 18а та другу - псевдоізотерміч-

ну - зону 18b, у якій власне й розташовані теплообмінники 22.

Як показано на Фіг.3б, другий шар 28 каталізатора також розділений на дві зони і, зокрема, першу - псевдоізоотермічну - зону 28b з теплообмінниками 32 і другу - адіабатичну - зону 28a, у якій немає теплообмінників.

Реактор 210, пропонується у цьому варіанті здійснення винаходу, працює так само, як і показаний на Фіг.1 реактор 10, за винятком того, що газоподібні реагенти, які виходять з першого шару 18 каталізатора, проходять через другий шар 28 каталізатора в напрямку від осі до корпусу реактора, а продукти реакції, що виходять із другого шару 28 каталізатора, збираються в каналі 60, який з'єднаний із центральною трубою 56.

На Фіг.4 показаний виконаний за третім варіантом пропонується у винаході реактор 310, конструктивно схожий з реактором 210, що показаний на Фіг.3. Елементи реактора 310, аналогічні таким же реактора 210, позначені тими ж, що й на Фіг.3, позиціями та повторно не розглядаються.

На відміну від реактора 210 реактор 310 не має патрубка 48 для подачі газоподібних реагентів безпосередньо в пластинчасті теплообмінники.

Реактор 310 працює в такий спосіб.

Газоподібні реагенти, що подаються в реактор 310 через патрубок 15, розташований на днищі 14 корпусу, піднімаються по кільцевому каналу 41 між корпусом 12 і патроном 40.

У трубчастому теплообміннику 44 газоподібні реагенти попередньо нагріваються. Газоподібні реагенти, що виходять із трубчастого теплообмінника 44 по трубі 58 через патрубок 26 як текучий теплоносій потрапляють у пластинчасті теплообмінники 22 першого шару 18 каталізатора.

Рух текучого теплоносія в пластинчастих теплообмінниках 22 та 32 відбувається так само, як і в реакторі 110, і тому не вимагає повторного опису.

Текучий теплоносій, який виходить з теплообмінників другого шару каталізатора через патрубок 37, збирається в розташованій над першим шаром 18 каталізатора камері 52 у вигляді підігрітих газоподібних реагентів.

Температуру цих газоподібних реагентів на вході в перший шар 18 каталізатора можна регулювати і шляхом зміни кількості свіжих газоподібних реагентів, що подаються в камеру 52 через патрубок 46.

Рух реакційної суміші через шари каталізатора та відбирання з реактора 310 продуктів реакції в цьому варіанті винаходу відбуваються так само, як і в описаному вище реакторі 210, і тому повторно не розглядаються.

У даному винаході пропонується також спосіб каталітичного синтезу в радіальному реакторі, який має по суті циліндричний корпус 12, закритий із протилежних кінців днищем 14 і кришкою 16, розташований на осі корпусу 12 перший шар 18 каталізатора по суті з кільцевим поперечним перерізом, що має вхідний бік 20, через який в нього потрапляють газоподібні реагенти, та вихідний бік 21, через який з нього виходить реакційна суміш, множину розташованих та розподілених по суті в кільцевій частині першого шару 18 теплообмінників 22, через які проходить текучий теплоносій,

щонайменше один розташований у корпусі 12 на одній осі з першим шаром 18 каталізатора на заданій від нього відстані другий шар 28 каталізатора по суті з кільцевим поперечним перерізом, що має вхідний бік 30, через який в нього потрапляє реакційна суміш, і вихідний бік 31, через який з нього виходять газоподібні продукти реакції, множину розташованих і розподілених по суті в кільцевій частині другого шару 28 каталізатора теплообмінників 32, через які проходить текучий теплоносій, який полягає в тому, що передбачена стадія розподілення газоподібних реагентів за всією площею вхідного боку 20 першого шару 18 каталізатора, через який газоподібні реагенти потрапляють у нього, і стадія розподілення реакційної суміші за всією площею вхідного боку 30 другого шару 28 каталізатора, через який реакційна суміш потрапляє в нього.

З наведеного вище опису можна зробити висновок про те, що пропонується у винаході радіальний реактор вирішує зазначену вище покладену в основу винаходу задачу та має цілий ряд переваг, перша з яких полягає в розподіленні газоподібних реагентів уздовж вхідних боків відповідних шарів каталізатора, довжина яких менше, ніж в одного шару каталізатора у відомих реакторах, що забезпечує більш високу швидкість проходження газоподібних реагентів через шари каталізатора. Пропонується у винаході рішення сприяють більш ефективному контролю ступеня ізоотермічності реакції, що протікає в реакторі, підвищують вихід реактора та збільшують термін використання каталізатора та довговічність його внутрішніх деталей.

У пропонуваному у винаході реакторі в кожному шарі каталізатора можна залежно від кількості тепла, що виділяється в ньому, встановити різну кількість теплообмінників.

Іншими словами, у тих місцях, де концентрація реагентів вища, а реакція відповідно протікає швидше з виділенням більшої кількості тепла, можна встановити більшу кількість теплообмінників. І навпаки, у тих місцях, де концентрація реагентів нижча, а реакція відповідно протікає повільніше з виділенням меншої кількості тепла, можна встановити меншу кількість теплообмінників. Таким способом можна зменшити загальну кількість теплообмінників, що використовуються у реакторі і відповідно знизити його вартість.

За цих причин для регулювання швидкості проходження реагентів через шари каталізатора та ступені ізоотермічності реакції, що протікають у них, у пропонуваному у винаході реакторі можна змінювати довжину шарів каталізатора.

Крім того, у пропонуваному у винаході реакторі температура реакції газоподібних реагентів дуже швидко збільшується в адіабатичній зоні першого шару каталізатора до температури, що відповідає максимальному рівню конверсії, і не змінюється в псевдоізоотермічній зоні першого шару каталізатора та у псевдоізоотермічній зоні другого шару каталізатора при повному закінченні реакції на виході з адіабатичної зони другого шару каталізатора.

Відносно цього при створенні винаходу несподівано було встановлено, що наявність адіабатич-

ної зони в пропонованому у винаході реакторі на виході із другого шару каталізатора не тільки не знижує в порівнянні з відповідною псевдоізоіотермічною зоною істотно конверсійний вихід реактора, але помітно спрощує його конструкцію та обслуговування та полегшує завантаження та вивантаження каталізатора.

Необхідно підкреслити, що істотною перевагою так названих показаних на кресленнях реакторів з "пляшковою горловиною" (тобто реакторів, призначених для роботи при високому тиску, у яких діаметр верхньої кришки набагато менше діаметра корпусу) з пропонованим у винаході компонуванням теплообмінників є простота їх складання, обслуговування, керування та ремонту.

Розташовані в пропонованому у винаході реакторі в радіальних площинах пластинчасті тепло-

обмінники можна легко встановити у відповідному шарі каталізатора через виконані в корпусі реактора люки або через верхню кришку реактора (діаметр якої, як вже було відзначено вище, менше діаметра корпусу).

Крім цього, пластинчасті теплообмінники, які займають у радіальному напрямку тільки частину шару каталізатора, обох шарів каталізатора легко доступні для обслуговування, демонтажу та заміни (наприклад, у результаті зносу) і не перешкоджають завантаженню та вивантаженню каталізатора.

Очевидно, що в описані вище варіанти виконання реактора можна з урахуванням конкретних вимог та обставин вносити різні зміни та вдосконалення, які в кожному разі не виходять за обсяг винаходу, що визначається його формулою.

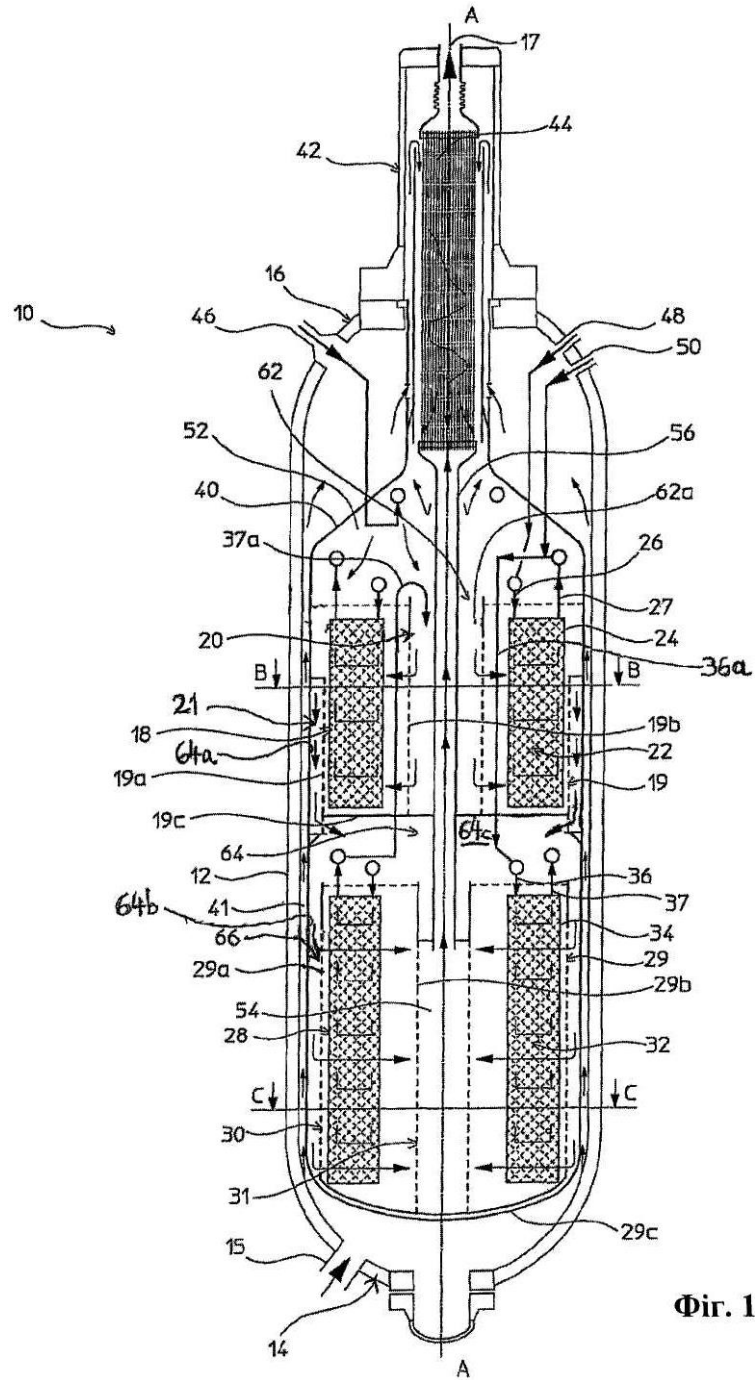


Fig. 1

17

18

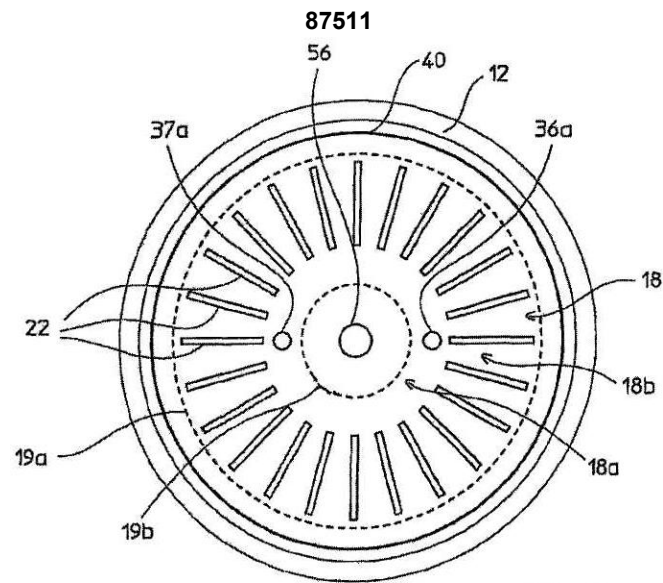


Fig. 1a

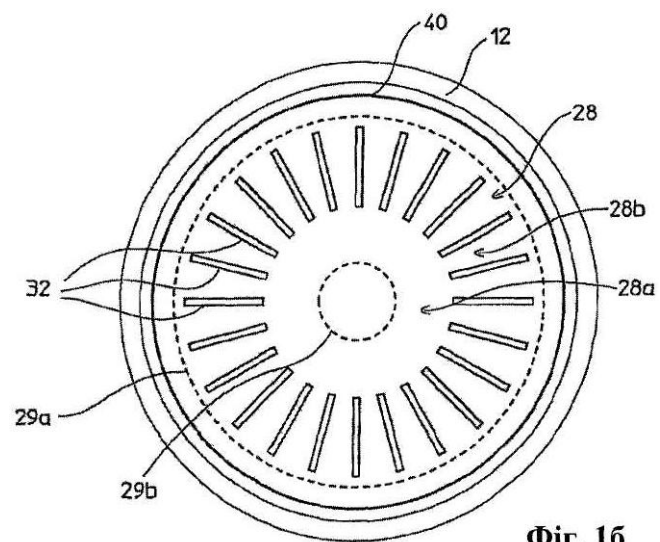
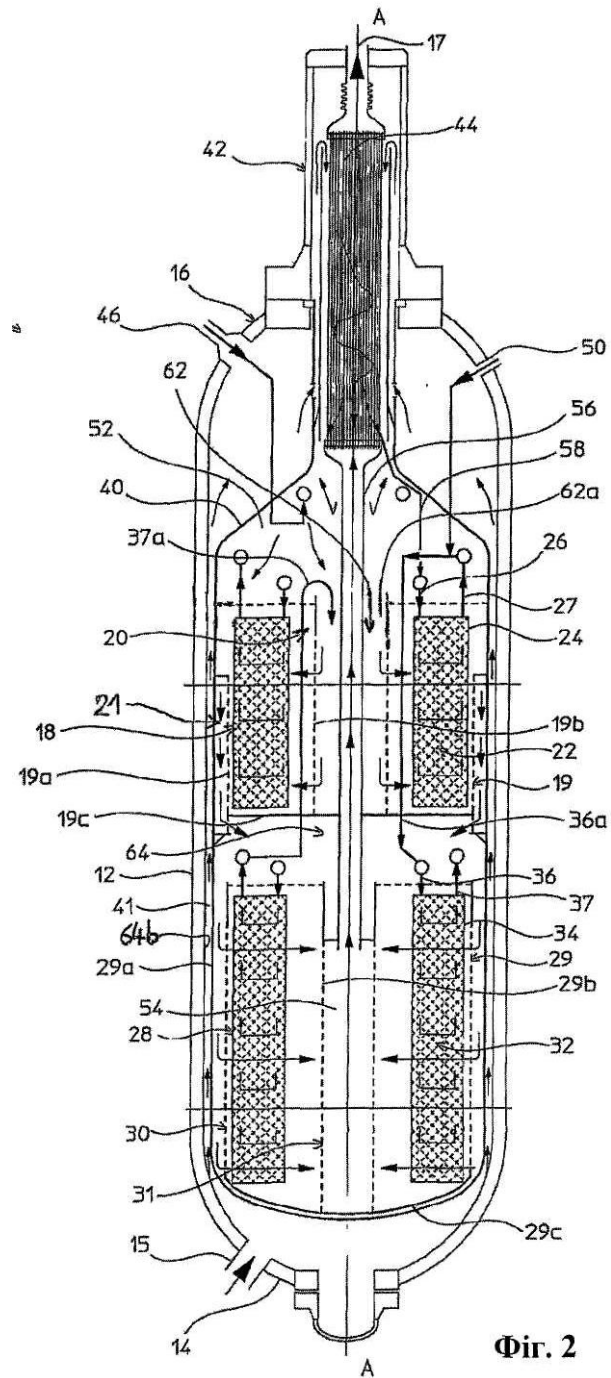
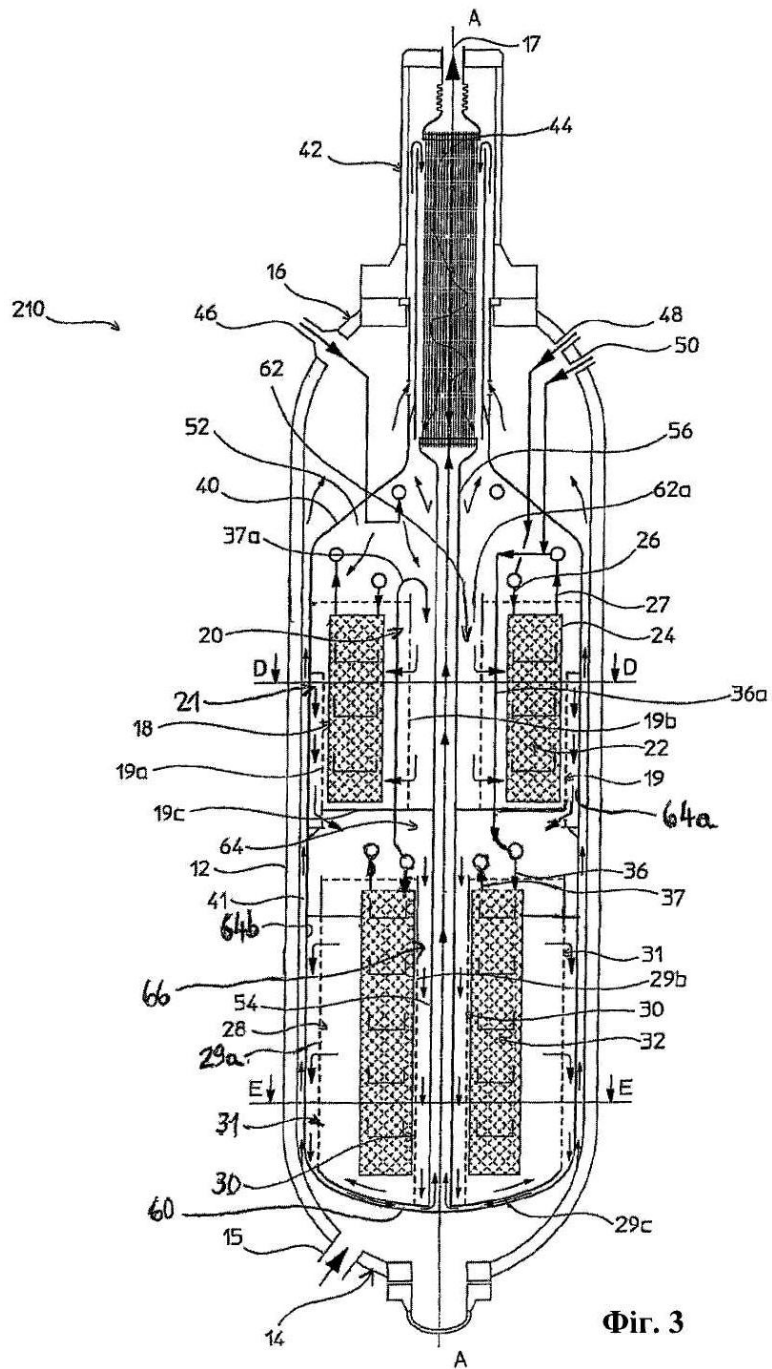


Fig. 1b





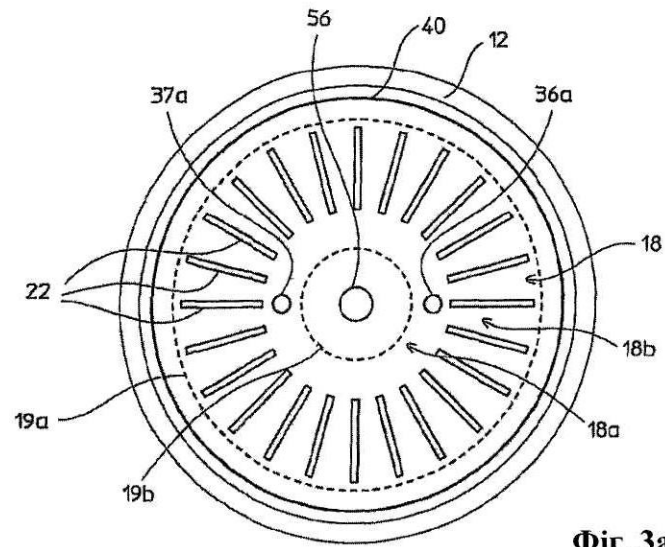


Fig. 3a

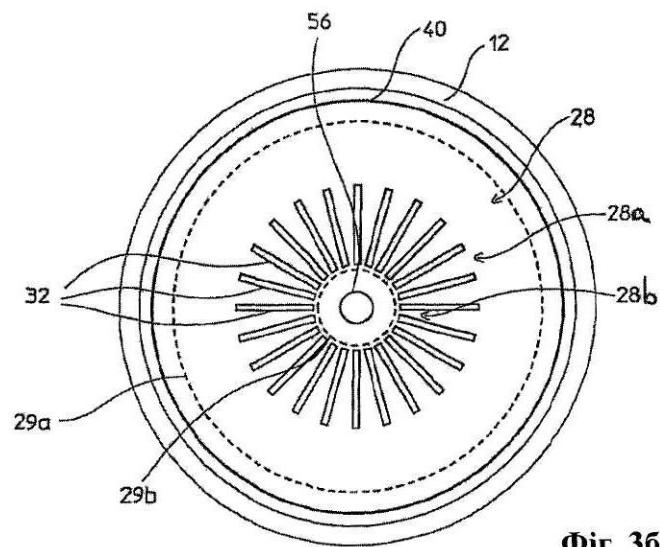


Fig. 3b

