



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **125796** (13) **C2**  
(51) МПК (2022.01)  
**B01J 8/00**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<p>(21) Номер заявки: <b>a 2019 10019</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>22.02.2018</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>09.06.2022</b></p> <p>(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>РА 2017 00131</b></p> <p>(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>27.02.2017</b></p> <p>(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: <b>DK</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: <b>10.01.2020, Бюл.№ 1</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>08.06.2022, Бюл.№ 23</b></p> <p>(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: <b>PCT/EP2018/054337, 22.02.2018</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Хансен Андерс Хельбо (DK), Крістенсен Томас Сандал (DK), Йоргенсен Магнус Мьоллер (DK), Ларсен Йоханнес Рубен (DK)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>ХАЛЬДОР ТОПСЬОЕ А/С,</b> Haldor Topsøes Allé 1, 2800 Kgs. Lyngby, Denmark (DK)</p> <p>(74) Представник: <b>Пахаренко Олександр Володимирович, реєстр. №136</b></p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 2899286 A, 11.08.1959 US 3818667 A, 25.06.1974 GB 2297923 A, 21.08.1996 WO 01/23080 A1, 05.04.2001</p>
--	--

**(54) ХІМІЧНИЙ РЕАКТОР З СИСТЕМОЮ НОСІЯ КАТАЛІЗАТОРА**

(57) Реферат:

Винахід стосується хімічного реактора, який містить щонайменше, одну систему носія каталізатора та антиблокувальних засобів, розташовану навколо та над отвором реактора, яка запобігає входу або виходу каталізатора або інших частин реактора у отвори реактора.

UA 125796 C2

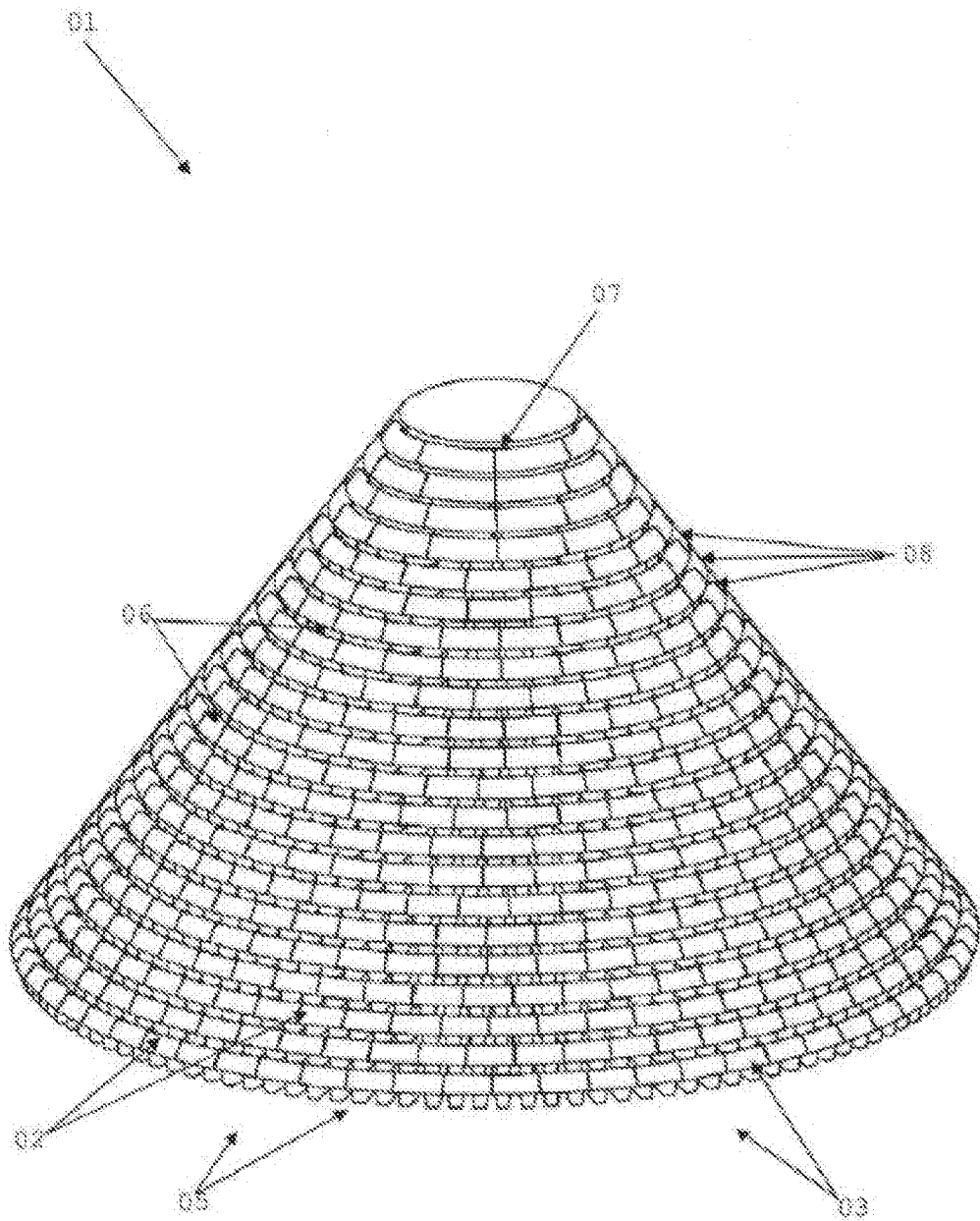


Fig. 1

### ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ, ДО ЯКОЇ НАЛЕЖИТЬ ВІНАХІД

Винахід стосується хімічного реактора, який містить каталізатор. Більш конкретно, даний винахід стосується системи носія каталізатора, розташованого в нижній частині хімічного реактора, для захисту каталізатора від вхідного та/або вихідного одного або більше технологічних отворів рідини в реакторі, та він стосується компоновки системи носія каталізатора з високою міцністю.

### ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ ВІНАХОДУ

Синтез-газ представляє собою суміш водню та монооксиду вуглецю, та його отримують шляхом конверсії метану та інших вуглеводнів з водяною парою над каталізатором парового риформінгу шляхом процесу парового риформінгу метану, в тій чи іншій формі. У виробництві аміаку трубчастий риформінг поєднується з вторинним риформінгом та повітря додається до вторинного риформінг-апарату для спалювання залишкового метану з первинного риформінг-апарату, для регулювання співвідношення синтезу-газу для досягнення співвідношення  $H_2/N_2$  приблизно 3,0 для синтезу аміаку. Коли  $N_2$  представляє собою небажаний компонент в синтез-газі, чистий кисень може використовуватися як окиснювач у вторинному риформінг-апараті, та це відбувається у випадку метанольних агрегатів. Для виробництва метанолу так звана концепція "двохстадійного риформінгу" являє собою об'єднання трубчастого риформінг-апарату з киснепродувним вторинним риформінг-апаратом в секції синтез-газу. Принципова схема процесу включає адіабатичний попередній риформінг, трубчастий риформінг та киснепродувний вторинний риформінг. Кисень діє як джерело для внутрішнього згорання вуглеводнів, які надходять з трубчастого риформінгу. Робочі умови киснепродувного вторинного риформінг-апарату характеризуються більш високими температурами горіння, ніж в повітряноспалювальній принциповій схемі.

Інша технологія синтез-газу представляє собою автотермічний риформінг (ATR), який представляє собою автономний технологічний процес, в якому трубчастий риформінг виключається з принципової схеми та попередньо перетворений природний газ прямує безпосередньо до риформінгу-ATR, в якому вуглеводні спалюються з киснем. За виключенням трубчастого риформінгу, додавання водяної пари до сировинних потоків може бути в значній мірі зменшеним.

Для великомасштабних метанольних установок, автотермічний риформінг сьогодні представляє собою альтернативу двоступеневій технології риформінгу для установок з великою потужністю виробництва метанолу, тобто 5000 тонн на добу. ATR являє собою кращу технологію для синтез-газу в GTL установках (газ-в-рідину), в яких дизельне паливо отримують за допомогою синтезу Фішера-Тропша (FT). Синтез-газ зі співвідношенням  $H_2/CO$  2,0 може бути одержаний безпосередньо за способом ATR риформінгу, та такий спосіб є особливо прийнятним для FT синтезу та виробництва FT рідин.

Умови експлуатації для ATR риформінг-апарату є ще більш жорсткими, ніж для киснепродувних вторинних реформатінг-апаратів, та навіть більш надійне компонування реактора є необхідним для функціонування ATR реформінг-апаратів. Співвідношення подачі водяної пари до вуглецю є нижчим, та інтенсивність горіння та температура полум'я є набагато вищою в ATR реформінг-апаратах.

Конструкція реактора для ATR, киснепродувних вторинних реформінг-апаратів та повітрепродувних вторинних реформінг-апаратів містить пальник, камеру згорання, цільові плити, нерухомий шар каталізатора, структуру носія шару каталізатора, вогнетривке покриття, та оболонку реактора високого тиску.

Система носія шару каталізатора служить як структурний носій для шару каталізатора, так і як розподільник напрямку потоку синтез-газу на виході з шару каталізатора в транспортний трубопровід до системи рекуперації тепла, яка виходить з установки риформінгу. Такі системи носія каталізатора мають компонування, яке може бути з різною геометрією, тобто структури типу конуса, типу арки або конструкції купольного типу. Купольні та аркові форми систем носія каталізатора можуть постраждати від руйнування та розпаду. Конусний тип системи носія каталізатора використовується з гарною продуктивністю як системи носія каталізатора, а також не спостерігалось руйнування та розпаду носіїв цього типу. Проте, повідомлялася деяка ступінь обслуговування, як правило, окремих частин керамічних елементів та особливо тонкостінних елементів конструкцій в вертикальному та/або горизонтальному напрямках.

Система носія каталізатора може перебувати в контакті з інертними наповнювачами, наприклад, у формі кульок або шматків. Вони забезпечують сили на систему носія каталізатора в точках, де рівень напруги може стати надмірним та спричинити тріщини, які можуть привести до руйнування блоків, з яких зроблена система носія каталізатора.

Крім того, інертні наповнювачі блокують або частково блокують площу потоку в системі носія каталізатора в каналах потоку або в секції впускних каналів, в результаті чого зі збільшенням кількості носія падає тиск.

5 Відомий рівень техніки пропонує мало рішень цієї проблеми, як можна бачити в наступних посиланнях, де:

US 2002071790 описує інтегрований реактор для вироблення паливного газу для паливного елемента, інтегрований реактор містить окиснювач відпрацьованих газів вузол (WGO), що має зв'язані WGO камеру, вхідний отвір, вихідний отвір та канал потоку для екзотермічних газів, що утворюються у WGO камері. Інтегрований реактор має вузол автотермічного реактора (ATR), розташований всередині WGO камери. Вузол ATR має впускний пристрій та випускний пристрій для технологічних газів, що протікають через них та шар каталізатора, який є проміжним між впускним та випускним пристроями. Принаймні, частина впускного пристрою з вузла ATR розташована на шляху потоку камери WGO для сприяння передачі теплової енергії.

10 CN 202606129 описує неметалеву високотемпературну частину носія каталізатора. Дана частина носія каталізатора розташована в реакторі, та включає в себе корундовий блок носія та спінену керамічну пластину, розташовану на корундових блоках носія; та монтажні контакти поверхні корундового блоку носія та спіненої керамічної пластини є зубчастими; корундовий блок носія утворений з'єднанням паз-шип, щонайменше з двох видів спеціально сформованих корундових блоків; проміжки між спеціально сформованими корундовими блоками заповнюють будівельним розчином; та кільцевий зазор між корундовими блоками носія та внутрішньою стінкою реактора заповнюють керамічним волокнистим папером. Несуча деталь каталізатора має характеристики високої термостійкості, корозійної стійкості, високої механічної міцності, зручності в монтажі, тривалого міжсервісного інтервалу та відсутності втрат каталізатора. Спінені керамічні пластини різних специфікацій можуть бути обрані згідно до розміру зерен каталізатору, та вершини корундових блоків, що контактують з спіненними керамічними пластинами мають зубчасту структуру, таким чином, що гладкість повітряного потоку гарантується; паз-шип структури є прийнятними для корундових блоків та зазори між корундовими блоками заповнюють будівельним розчином, так що довготривале функціонування обладнання може бути гарантовано; та така деталь носія каталізатора широко застосовується у хімічній, фармацевтичній промисловості, нафтохімічній промисловості тощо.

25 Жодне з наведених вище посилань відомого рівня техніки не пропонує вирішення проблеми захисту системи носія каталізатора в хімічному реакторі від пошкодження та закупорки каталізаторними або іншими частинами реактора.

#### СУТЬ ВИНАХОДУ

35 Варіанти здійснення даного винаходу в цілому стосуються хімічного реактора, який містить каталізатор, та систему носія каталізатора, розташовану в нижній частині реактора. Система носія каталізатора екранує, щонайменше, один отвір в нижній частині реактора від каталізатора, для запобігання доступу каталізатора до отвору, яке в іншому випадку може привести до того, що каталізатор, щонайменше частково, буде блокувати отвір або вихід з реактора через отвір. Важливим, однак, є те, що система носія каталізатора не блокує отвір, оскільки рідина повинна мати можливість текти в або з отвору. Крім того, втрати тиску текучого середовища через систему носія каталізатора має вирішальне значення, велика втрата тиску підвищує вимоги до вентиляторів/насосів і, врешті-решт, підвищує витрати на експлуатацію хімічного реактора. З врахуванням викладеного вище, система носія каталізатора включає проточні канали, які дозволяють технологічному плинному середовищу протікати або в реактор, або з реактора через отвір реактора. Площа поперечного перерізу потоку, а також довжина даних проточні каналів впливає на втрату тиску для рідини, яка проходить через систему носія каталізатора. Важливим є те, що проточні канали не блокуються каталізатором або іншими частинами в реакторі, так як це може привести до збільшення втрат тиску для технологічного плинного середовища, що проходить через систему носія каталізатору. Система носія каталізатора також вразлива до механічних пошкоджень, де каталізатор або інші частини реактора знаходяться в контакт з системою носія каталізатора, особливо навколо країв проточних каналів. Таким чином, система носія каталізатора додатково містить антиблокувальні засоби, виконані з можливістю запобігання блокуванню проточних каналів та запобігання пошкодження системи носія каталізатора частинками каталізатора або іншими частинками реактора. Антиблокувальні засоби виконані та розташовані так, щоб гарантувати, що каталізатор або інші частини реактора не могли пройти через антиблокувальні засоби та блокувати проточні канали. Вони також виконані та розташовані так, щоб гарантувати, що каталізатор або інші частинки реактора, які могли б осідати на антиблокувальних засобах не тягнуть за собою критичне зростання втрати тиску.

В одному варіанті здійснення даного винаходу зазначений антиблокувальний засіб містить геометричний лабіринт потоку з через зовнішню сторону системи носія каталізатора з більшою площею поперечного перерізу потоку, ніж площа поперечного перерізу потоку проточних каналів. Ця зовнішня сторона є поверхнею, на яку є встановленим каталізатор або інші частини реактора. Кожна точка контакту між цією зовнішньою стороною та каталізаторами, або іншими частинами дійсно може частково блокувати систему носія каталізатора, що може призвести до підвищеної втрати тиску. Але при наявності більшого розміру площі поперечного перерізу потоку зовнішньої поверхні системи носія каталізатора, ніж площа поперечного перерізу потоку проточних каналів, забезпечуються те, що ця втрата тиску зводиться до мінімуму та не має вирішального значення.

Більш конкретно, в одному з варіантів здійснення винаходу, зведення до мінімуму втрати тиску досягають за рахунок того, що площа поперечного перерізу потоку зовнішньої поверхні системи носія каталізатора, яка в межах від 1,1 до 4,0 разів більша, ніж загальна площа поперечного перерізу потоку проточних каналів. Ще більш конкретно, площа поперечного перерізу потоку зовнішньої поверхні системи носія каталізатора може знаходитися в діапазоні від 1,1 до 2,0 або навіть від 1,2 до 1,7 разів більше, ніж загальна площа поперечного перерізу потоку проточних каналів.

В одному з варіантів здійснення даного винаходу, антиблокувальний засіб містить захисну стінку. Зовнішню сторону системи носія каталізатора, таким чином, побудовано з виступаючими деталями, які рознесені одна від одної, простір між виступаючими деталями, захисна стінка забезпечує достатню площу поперечного перерізу потоку з антиблокувальним засобом, в той час як має розмір, який не дозволяє частинкам каталізатора або іншим частинкам реактора пройти крізь нього. Захисна стінка має конструкцію та міцність, яка захищає від механічних пошкоджень, які можуть виникнути в іншому випадку при контакті з частинкам каталізатора або іншим частинкам реактора.

У ще одному варіанті здійснення даного винаходу, система носія каталізатора може містити багато блоків, які, разом взяті, утворюють систему носія каталізатора. Проточні канали містяться в системі носія каталізатора та можуть бути або внутрішніми проточними каналами в кожному або деяких з блоків, які потім порожністі, або проточними каналами, утвореними зовнішньою геометрією блоків, коли вони розміщені разом, щоб сформувати систему носія каталізатора, або як внутрішніми, так та зовнішніми (по відношенню до блоків) сформованими проточними каналами. В одному варіанті здійснення, блоки містять виступи будь-якої форми, в одному варіанті здійснення, більш конкретно, ніжки блоків та плечі блоків, тобто вниз або вгору та назовні виступаючих частин блоків та коли поставлений один до одного, або один на одного, ці виступаючі частини блоків забезпечують формування проточних каналів між блоками. Кожний блок може містити одну ніжку або багато блочних ніжок та аналогічно, кожний блок може включати в себе одне або багато блочних плечей.

В одному варіанті здійснення зазначені блоки сконструйовані так, щоб розташовуватися разом, щоб сформувати вузол системи носія каталізатора у вигляді конуса, купола, арки, циліндру, піраміди, перевернутого конуса, половини бублика або плоску форму, будь-яку форму, яка є стабільною та конструкційно служить цілі краще захистити каталізатор або будь-яку іншу частину реактора від вхідного або вихідного отвору реактора, причому система носія каталізатора розміщується навколо та вище, зберігаючи при цьому падіння тиску на прийнятному мінімумі, а також для запобігання блокування проточних каналів системи носія каталізатора. В одному варіанті здійснення це досягається за рахунок розташування блоків в шарах на верхній частині один одного.

Зазначені антиблокувальні засоби системи носія каталізатору можуть в одному варіанті здійснення бути невід'ємною частиною блока, або вони можуть в іншому варіанті здійснення бути додатковою незалежною частиною або шаром, який виконаний в поєднанні зі зовнішньою стороною блока, тобто частина блоків, які стикаються в напрямку каталізатора або іншої частини реактора, від отворів реактора, де блоки розташовані зверху та навколо. Крім того, варіант здійснення може об'єднувати антиблокуючі засоби, які інтегровані з блоками, з антиблокуючими засобами, які представляють собою незалежні частини, розташовані на зовнішній стороні зазначеної системи носія каталізатора. У будь-якому випадку, антиблокуючі засоби, можуть в одному варіанті здійснення включати в себе видовжені елементи, розташовані перпендикулярно до проточних каналів системи носія каталізатора. Дані видовжені елементи можуть утворювати безперервні видовжені антиблокувальні засоби, такі як, наприклад, антиблокувальні кільця або лінії, утворені на зовнішній стороні системи носія каталізатора, з відстанню між кожним безперервним видовженим елементом, яка дозволяє протікати технологічному плинному середовищу в проточних каналах. Відстань може бути достатньо

великою для того, щоб забезпечити площу поперечного перерізу потоку, яка більше, ніж площа поперечного перерізу потоку проточних каналів, навіть коли каталізатор або інші елементи реактора контактують та спираються на антиблокувальні засоби (і очікується часткове блокування площі поперечного перерізу потоку антиблокувальних засобів), але досить мало, щоб запобігти проходженню вказаного каталізатора або інших частин реактора, через відстань між антиблокувальними засобами. Питома відстань між антиблокувальними засобами пристосована до конкретного випадку, чим більшими є частки каталізатора або інші частини реактора, тим більшою може бути відстань. У конкретному здійсненні, форма інертних частинок має такий самий розмір або більший, ніж вказана відстань між антиблокувальним засобом, ширини паза, більш конкретно, розмір інертних частинок в 1,05-4,0, конкретніше в 1,8-3,5 рази більше, ніж ширина паза.

В альтернативному конкретному варіанті здійснення, форма частинок каталізатора має той же розмір або більший, ніж вказана відстань між антиблокувальним засобом, ширина паза, більш конкретно, розмір частинок каталізатора становить 1,05-4,0, конкретніше 1,1-1,7 рази більше, ніж ширина паза.

У конкретному варіанті здійснення, антиблокувальні засоби мають трикутну форму поперечного перерізу трикутника із закругленими кутами. У той час, як проста у виготовленні трикутна форма поперечного перерізу забезпечує конструкційну міцність, закруглені кути зводять до мінімуму ризик фрагментації та розтріскування антиблокувальні засоби, а також ризик пошкодження каталізатора чи інших частин реактора, які контактують з антиблокувальними засобами.

Зазначені інші частини реактора, можуть в одному варіанті містити інертні елементи або формовані частинки каталізатора розташовані навколо та, можливо, також на верхній частині системи носія каталізатора у вигляді шару між іншими частинками каталізатора та системою носія каталізатора, які мають спеціальну геометричну форму, щоб контакт та опора на антиблокувальні засоби, дозволяючи при цьому протікання технологічного плинного середовища через зазори між антиблокувальними засобами та через проточні канали системи носія каталізатора. Переважна форма даних інертних елементів або одержані формовані частинки каталізатора в одному з варіантів здійснення є сферою, яка є конструкційної стабільною та міцною, та яка дозволяє достатньому протіканню технологічного плинного середовища, в якості контакту (та часткового блокування) точка між цими сферами та антиблокувальними засобами відносно мала в порівнянні з площею вільного потоку між сферами та між сферами та антиблокувальними засобами. В іншому варіанті здійснення винаходу геометрична форма може бути кільцевої формою, яка також забезпечує протікання технологічного плинного середовища через проточні канали системи носія каталізатора та в ще одному варіанті здійснення винаходу інертні елементи можуть бути у вигляді грудок з випадковими формами.

#### КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

Варіанти здійснення даного винаходу описані як приклад, та з посиланням на креслення, які додаються. Слід зазначити, креслення, які додаються, ілюструють тільки приклади варіантів здійснення даного винаходу, та тому вони не повинні розглядатися як обмежувальні для його обсягу, оскільки винахід може допускати інші, в рівній мірі ефективні, варіанти здійснення.

Фігура 1 показує вид зверху/збоку системи носія каталізатора, який містить антиблокувальні засоби, захисну стінку.

Фігура 2 показує поперечний переріз системи носія каталізатора, який містить антиблокувальні засоби, захисну стінку.

Фігури 3 та 4 показують детальний поперечний перетин виду збоку блоків, які містять антиблокувальні засоби.

Фігура 5 показує детальний поперечний перетин виду збоку блоків, що містять антиблокувальні засоби та сфери.

Фігура 6 показує детальний поперечний перетин виду збоку блоків без антиблокувальних засобів та сфери.

Фігура 7 показує детальний поперечний перетин виду збоку блоків, що містять засоби захисту, та сфери.

Фігура 8 показує детальний ізометричний вигляд блоку без антиблокувальних засобів.

Фігура 9 показує деталь ізометричний вигляд блоку, що містить захисну стінку.

Фігури з 10 по 16 показують детальні види сфер в поєднанні з геометричними формами.

Номери позицій:

01. Система носія каталізатора

02. Блок

- 03. Ніжки блока
- 04. Плече блока
- 05. Проточний канал
- 06. Антиблокувальний засіб
- 07. Моноблок
- 08. Шар блоку
- 09. Сфера

5

## ДЕТАЛЬНИЙ ОПИС

10 Фігура 1 показує систему носія каталізатора 01, яка має бути розташована в нижній частині хімічного реактора (не показаний), вище та навколо отвору (не показаний) реактора. Реактор частково заповнений каталізатором (не показаний), який розташований вище та, можливо, також навколо системи носія каталізатора. Система носія каталізатора захищає отвір реактора від входу або виходу каталізатора через отвори реактора. У показаному варіанті здійснення, система носія каталізатора містить багато блоків 02, розташованих в шарах з круглою формою.

15 Шари розташовані на верхніх частинах один одного, кожен з круглих шарів має менший діаметр, ніж шар, на верхній частині якого він розташований, в результаті чого система носія каталізатора утворює конусоподібну форму. Як показано, у верхній частині системи носія каталізатора може міститися плоский моноблок 07, щоб закрити верхню частину конуса так, що каталізатор не може увійти. Залежно від конструктивних вимог до системи носія каталізатора, висота конуса може бути змінена шляхом зміни діаметра плоского моноблока. Кожен блок містить ніжки блока 03 та плечі блоки 04, які формують проточні канали 05 технологічного

20 плинного середовища між ними, та антиблокувальні засоби 06 у формі обваловки, яку можна побачити та буде пояснено більш детально в подальшому. Як найкраще показано на даній фігурі, однак, проточні канали в цьому варіанті проходять радіально в круглих шарах блоків, в той час як відстань між кожним шаром захисної стінки формує кругові зазори для протікання технологічних потоків, поза проточними каналами. У деяких з верхніх шарів системи носія каталізатора, блоки можуть не мати проточних каналів, які в незначній мірі впливають на загальну площу поперечного перерізу потоку системи носія каталізатора, оскільки верхні шари мають відносні невеликі діаметри в порівнянні з нижчими шарами.

30 Поперечний переріз системи носія каталізатора на Фігурі 1 показаний на Фігурі 2. На даній фігурі показано, що внутрішня частина конічної системи носія каталізатора є порожнистою, що дозволяє отвору реактора бути розташованим під конусом. В міру того як шари блоків мають круглу та захисна стінка частково фіксує їх для попередження зміщення верхнього шару шляхом ковзання назовні по відношенню до шару, що знаходиться під ним, конус може бути зібраний шар за шаром без ризику руйнування всередину.

35 Вид поперечного перетину (А) системи носія каталізатора, показаного на Фігурі 2 (та 1) видно більш детально на Фігурі 3. Антиблокувальні засоби 06 у формі поперечного перерізу трикутника із закругленими кутами. Міцна та стійка до розтріскування форма, що захищає ніжки блоків 03 та проточні канали від блокування протікання технологічного плинного середовища та від механічних пошкоджень від контакту з каталізатором або іншими частинами реактора (не показано). Крім того, видно невелику "сходінку", кут між верхньою частиною блока та обваловкою в 90°. Наступний блок, нашарований поверх цього блоку буде впирається в цю сходінку, що запобігає його ковзанню назовні відносно блоку(ів) нижчого шару, який також видно в детальному поперечному перерізі на Фігурі 4.

45 На Фігурі 5 показаний варіант здійснення, де конструкція з блоків та захисної стінки системи носія каталізатора є схожою на вищенаведені креслення, але показано, як каталізатор або інертні частки в реакторі, в даному випадку у вигляді сфер 09, спираються на зовнішню поверхню системи носія каталізатора. Як можна бачити, відстань між захисними стінками є меншою за діаметр сфери, причому, тим не менш, спираються на захисну стінку, що, таким чином, захищає більш тендітні ніжки блока від контакту зі сферами, на відміну від відомого рівня техніки, як показано на Фігурі 6, де сфери мають безпосередній контакт з ніжками блока. Завдяки міцній конструкції та геометрії обваловки, існує менший ризик руйнування та пошкодження в результаті контакту зі сферами при навантаженні на весь вищий шар каталізатора. Реактор може містити шар каталізатора, а також інертні частки різної форми. Так, наприклад, шар може містити інертні сфери в контакт з системою носія каталізатора в нижній частині шару та частинок каталізатора, які можуть мати різну геометричну форму та розмір, ніж сфери у верхній частині шару, на вершні сфер. Сфери можуть також містити каталітично активний матеріал.

60 У варіантах здійснення, описаних вище, антиблокувальні елементи інтегровані з блоками. Наступний варіант здійснення, як показано на Фігура 7 має антиблокувальні засоби, які не

інтегровані з блоками, але розташовані на зовнішній стороні блоків. Це дозволяє антиблокування, яке означає, що необхідно замінити без заміни внутрішніх блоки.

У варіанті здійснення, в якому система носія каталізатора має конічну форму, блоки можуть бути злегка клиноподібною форми, як показано на Фігура 8, в результаті чого плечі блоків можуть з'єднатися з плечами сусідніх блоків по всій бічній плечовій зоні, коли формується колоподібний шар блоків. Оскільки діаметр шару зменшується вгору в формі конуса системи носія каталізатору, клин-кут кожного блока буде збільшений, щоб підтримувати це щільне геометричне прилягання плечей блоків. Ніжки блоків, показані на Фігурі 8, відносяться до відомої з рівня техніки системи носія каталізатора, де було необхідно мати велику площу поперечного перерізу проточних каналів в блоках на зовнішню сторону, щоб компенсувати часткове блокування проточних каналів частками реактора, такими як каталізатор або інертні частки. Але відповідно до даного винаходу, як показано на Фігурі 9, можливим є підтримувати навіть площу поперечного перерізу проточних каналів в блоці, оскільки зовнішньо розташована обваловка захищає проточні канали від пошкоджень, а також від блокування протікання технологічного плинного середовища. Це, в свою чергу, залишає зовнішню частину ніжки блока міцнішою, оскільки розміри більше, та, таким чином, знову зводить до мінімуму ризик пошкодження блоків.

Наведені вище креслення стосуються тільки деяких можливих варіантів здійснення даного винаходу. Декілька інших геометричних конструкцій антиблокувальних засобів, відповідно до представленого винаходу, є можливими, в той час як деякі з них показані на Фігурах 10-16. Загальний принцип полягає в тому, щоб захистити систему носія каталізатора як від ушкодження, так і від блокування потоку, що є можливим з використанням антиблокувальних засобів, розташованих на зовнішній стороні системи носія каталізатора з міцною конструкцією та, в деяких варіантах здійснень, більшою площею поперечного перерізу потоку процесу, ніж площа поперечного перерізу потоку проточних каналів. У деяких варіантах здійснення, де сфери вибираються так, щоб бути в контакті з антиблокувальними засобами, блокована площа може бути обчисленою, як показано на Фігурі 12. Як згадувалося раніше, блоки та антиблокувальні засоби декількох конструкцій можуть бути вибрані як такі, що найкраще підходять для даної задачі, включають, але не обмежуються ними, блоки з одним або декількома проточними каналами та з внутрішніми (отворами) або зовнішніми проточними каналами, а також системами носія каталізатора різних форм, як було описано.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Хімічний реактор, який має каталізатор з нерухомим шаром, який містить систему носія каталізатора, розташовану в нижній частині реактора для екранування щонайменше одного отвору в нижній частині реактора від зазначеного каталізатора, де дана система носія каталізатора містить проточні канали для технологічного текучого середовища, здатного протікати в або з реактора через вказаний отвір реактора, в якому система носія каталізатора додатково містить антиблокувальні засоби, для запобігання блокуванню зазначених проточних каналів, причому антиблокувальний засіб містить геометричний лабіринт потоку, який містить зовнішню поверхню системи носія каталізатора з більшою загальною площею поперечного перерізу потоку, ніж загальна площа поперечного перерізу потоку проточних каналів.
2. Хімічний реактор за пунктом 1, в якому площа поперечного перерізу потоку зовнішньої поверхні системи носія каталізатора становить від 1,1 до 4,0 або від 1,1 до 2,0, або від 1,2 до 1,7 разу більше, ніж загальна площа поперечного перерізу потоку проточних каналів.
3. Хімічний реактор за будь-яким одним з попередніх пунктів, в якому антиблокувальні засоби містять захисну стінку.
4. Хімічний реактор за будь-яким одним з попередніх пунктів, в якому система носія каталізатора містить множину блоків, які містять зазначені проточні канали.
5. Хімічний реактор за пунктом 4, в якому зазначені блоки є адаптованими до форми системи носія каталізатора, який знаходиться у вигляді конуса, купола, арки, циліндра, піраміди, перевернутого конуса, половини тора або має плоску форму.
6. Хімічний реактор за пунктом 5, в якому блоки виконані з можливістю бути розташованими шарами, для формування системи носія каталізатора.
7. Хімічний реактор за будь-яким одним з пунктів 5-6, в якому блоки містять одну або більше ніжок блока та плечей блока, та зазначені проточні канали утворюються між зазначеними ніжками блоків.

8. Хімічний реактор за будь-яким одним з пунктів 5-6, в якому блоки містять виступаючі проставки, та зазначені проточні канали утворюються між зазначеними виступаючими проставками.
- 5 9. Хімічний реактор за будь-яким одним з пунктів 5-6, в якому зазначені блоки є порожнистими, та зазначені проточні канали утворюються в порожнистому просторі всередині блоків.
- 10 10. Хімічний реактор за будь-яким одним з попередніх пунктів, в якому проточні канали мають рівну площу поперечного перерізу потоку через систему носія каталізатора.
11. Хімічний реактор за будь-яким одним з пунктів 5-6, в якому антиблокувальні засоби є складовою частиною зазначених блоків.
- 10 12. Хімічний реактор за будь-яким одним з попередніх пунктів, в якому антиблокувальні засоби є видовженими елементами, розташованими перпендикулярно до проточних каналів.
13. Хімічний реактор за будь-яким одним з попередніх пунктів, в якому антиблокувальні засоби мають трикутну форму поперечного перерізу та закруглені кути.
- 15 14. Хімічний реактор за будь-яким одним з попередніх пунктів, в якому антиблокувальні засоби є незалежними елементами, розташованими на зовнішній стороні зазначеної системи носія каталізатора.
- 15 15. Хімічний реактор за будь-яким одним з попередніх пунктів, який додатково містить інертні елементи або каталізатор, розташовані навколо зазначеної системи носія каталізатора та геометрично сформовані так, щоб підтримуватись на зазначеному засобі антиблокування, дозволяючи протікання технологічного текучого середовища через зазначені проточні канали.
- 20 16. Хімічний реактор за пунктом 15, в якому інертні елементи є сферами.
17. Хімічний реактор за пунктом 15, в якому інертні елементи мають форму кільця.
18. Хімічний реактор за пунктом 15, в якому інертні елементи є грудками випадкової форми.
19. Хімічний реактор за пунктом 15, в якому частинки з каталітичною активністю розташовані навколо зазначеної системи носія каталізатора.
- 25 20. Хімічний реактор за будь-яким одним з пунктів 16, 17 або 18, в якому форма інертної частинки має такий самий розмір або більше, ніж ширина паза антиблокувального засобу, або, конкретніше, має розмір частинок в 1,05-4,0, більш конкретно в 1,8-3,5 разу більше, ніж ширина паза.
- 30 21. Хімічний реактор за пунктом 19, в якому форма частинок каталізатора має такий самий розмір або більше, ніж ширина паза антиблокувального засобу, або, конкретніше, має розмір частинок в 1,05-4,0, більш конкретно в 1,1-1,7 разу більше, ніж ширина паза.

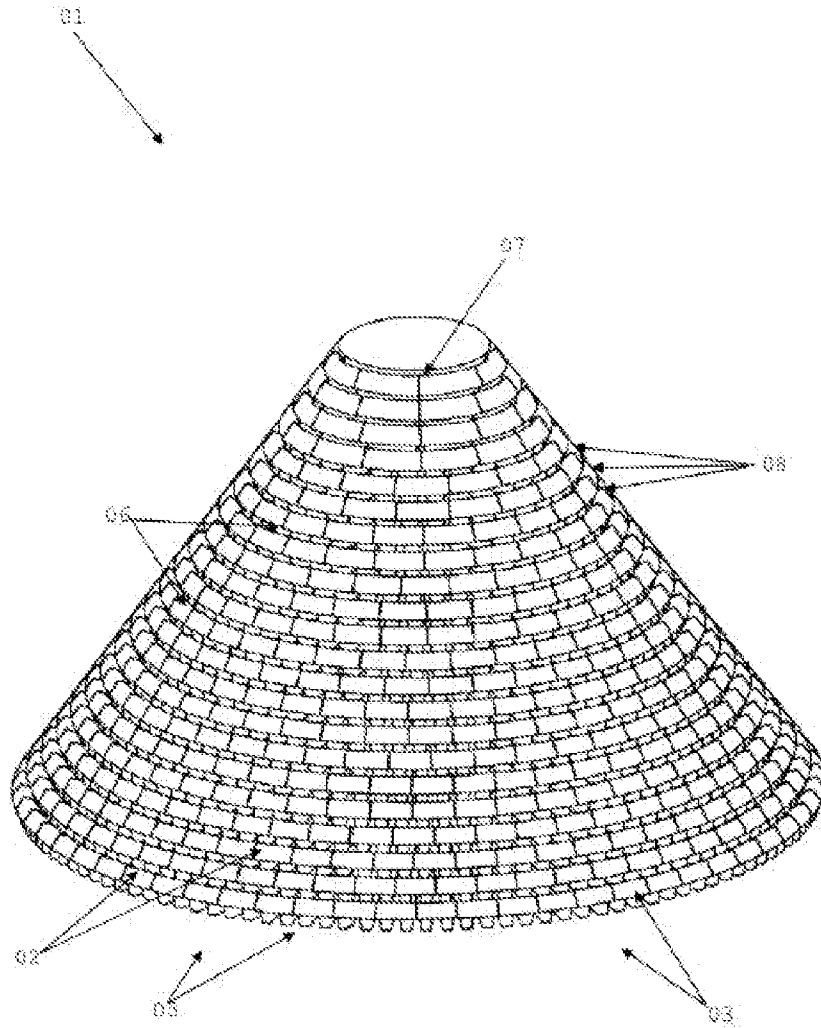


Fig. 1

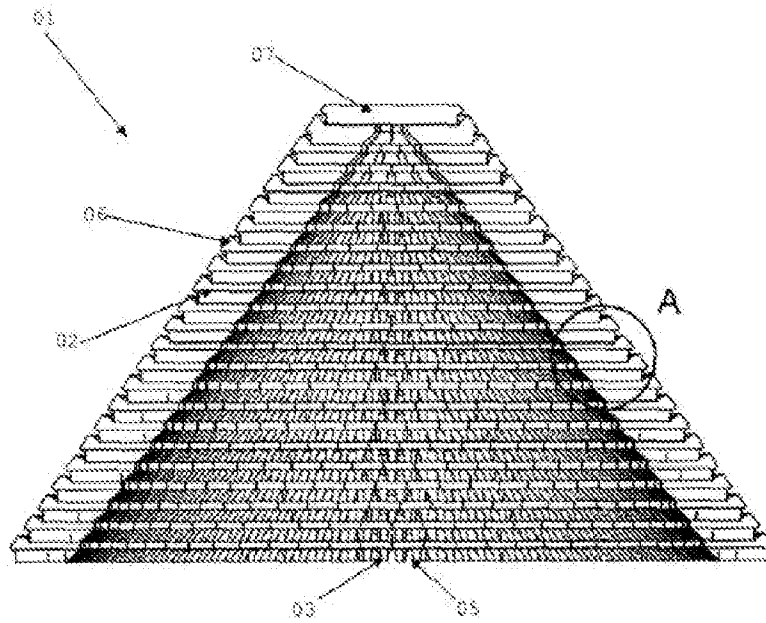


Fig. 2

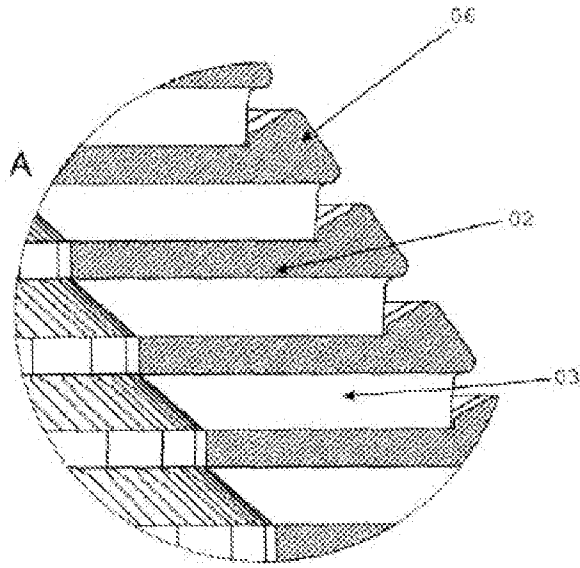


Fig. 3

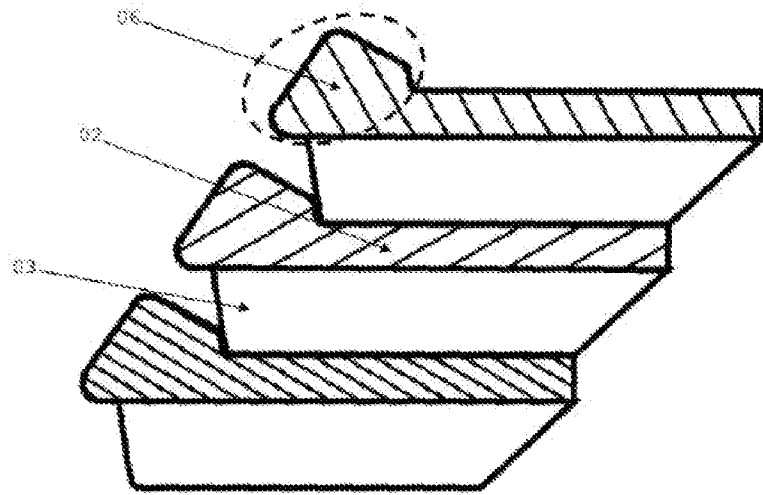


Fig. 4

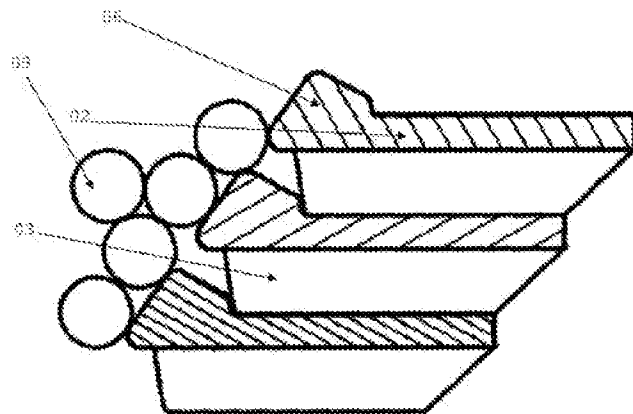


Fig. 5

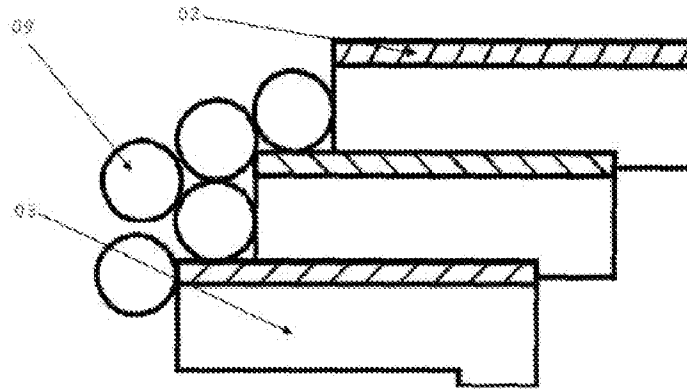


Fig. 6

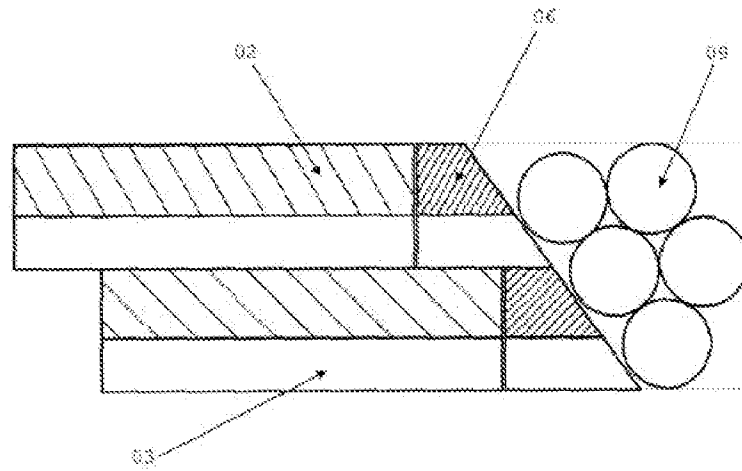


Fig. 7

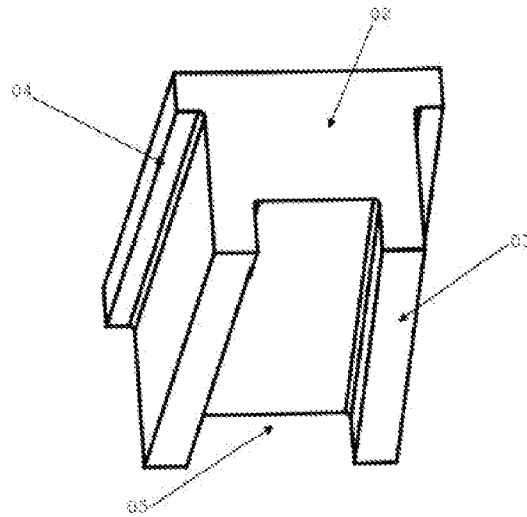


Fig. 8

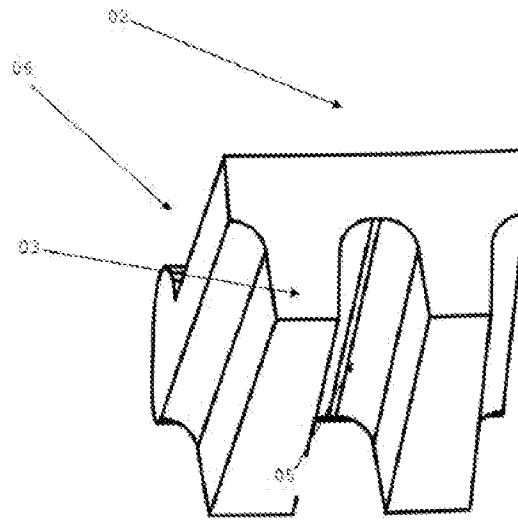


Fig. 9

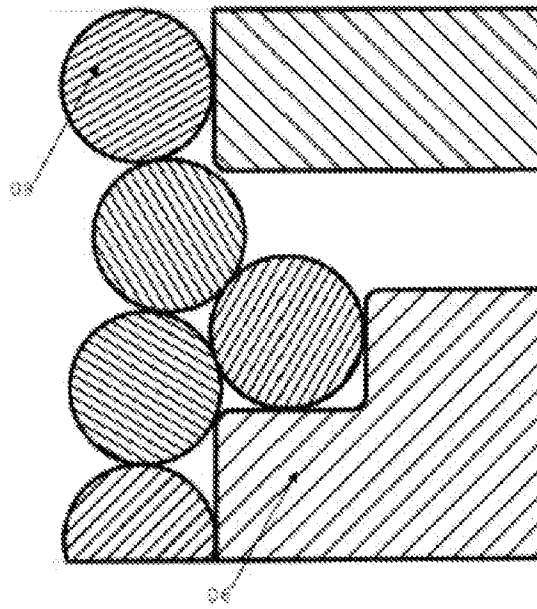


Fig. 10

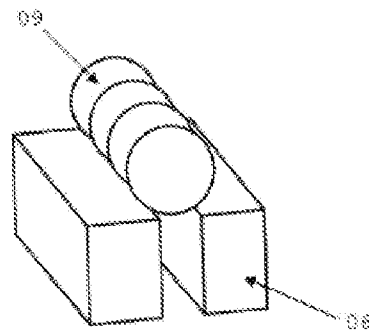


Fig. 11

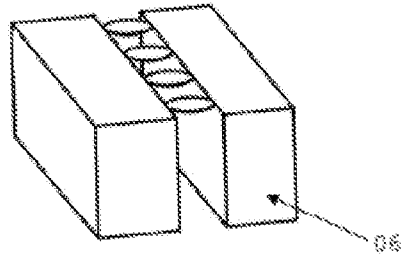


Fig. 12

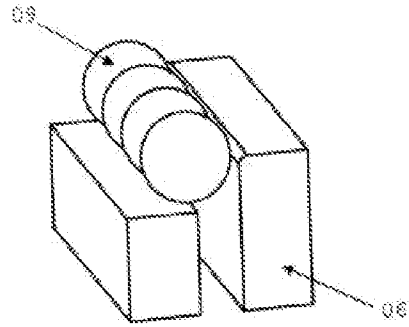


Fig. 13

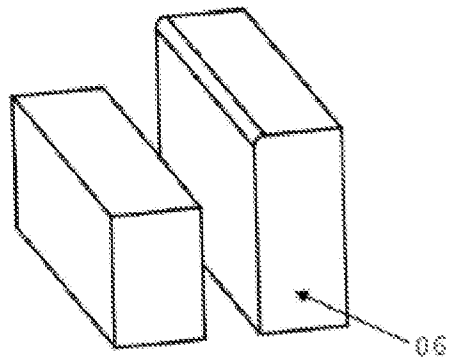


Fig. 14

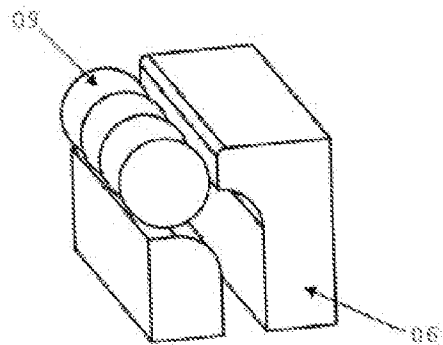
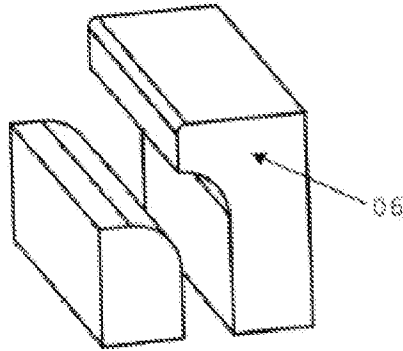


Fig. 15



Фиг. 16