



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **98096**

(13) **C2**

(51) МПК

F23D 14/22 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2011 13154	(72) Винахідник(и): Варламов Геннадій Борисович (UA), Приймак Катерина Олександрівна (UA), Позняков Павло Олегович (UA), Олінович Наталія Володимирівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 08.11.2011	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.04.2012	
(41) Публікація відомостей про заявку: 27.02.2012, Бюл.№ 4	(73) Власник(и): Варламов Геннадій Борисович, вул. Н. Ужвій, 10, кв. 10, м. Київ, 04108 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2012, Бюл.№ 7	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 26058 U; 27.08.2007 UA 56602 A; 15.05.2003

(54) СУМІСНА ПАЛЬНИКОВА СИСТЕМА КАМЕРИ ЗГОРЯННЯ ГАЗОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ

(57) Реферат:

Сумісна пальникова система камери згоряння газотурбінної установки (ГТУ) містить черговий (центральний) та робочі (периферійні) пальники, міжтрубний паливний простір яких виконує функцію паливних колекторів. Усі пальники об'єднані у суцільний пальниковий пристрій діаметром на увесь переріз фронтового пристрою на п'ять міліметрів менше за внутрішній діаметр великого периферійного повітряного реєстра за допомогою з'єднаних нероз'ємно трубних дощок та відокремленням паливного простору чергового та робочого пальників один від одного боковою поверхнею шестигранної вставки.

UA 98096 C2

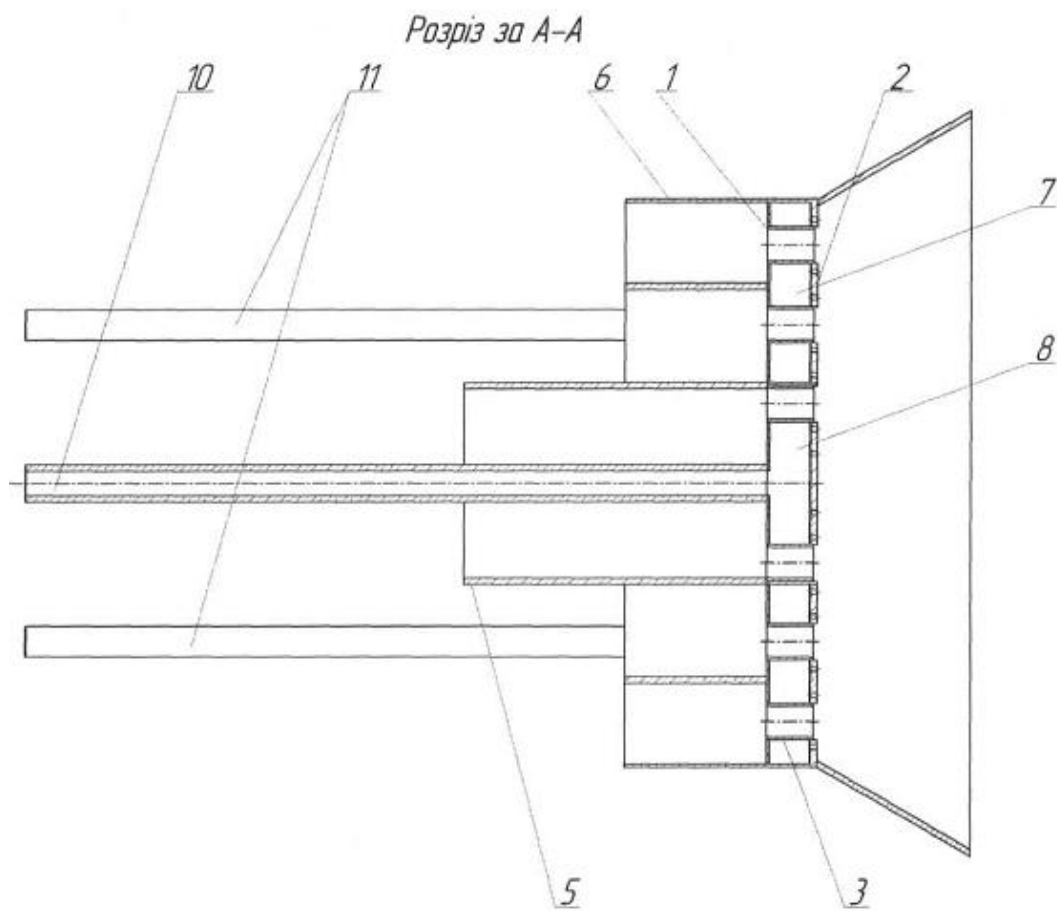


Fig. 3

Винахід належить до газотурбінної області і може бути використаний при модернізації чи створенні камер згоряння трубчастого типу енергетичних та транспортних газотурбінних установок (ГТУ), у тому числі у складі газоперекачувальних агрегатів (ГПА).

Відомий фронтний пристрій камери згорання ГТУ [Газотурбинные установки. Конструкция и расчет / Справочное пособие под общей редакцией Л.В. Арсеньева и В.Г. Тырышкина. - Л.: Машиностроение, 1978. - 232 с.; Vesely S. Presentace firmy EKOL. - Brno: EKOL 2004. - 169 s.], який складається з фронтальної конічної стінки великого діаметра, яка має сім отворів меншого діаметра, розташованих симетрично: один у центрі, а шість - на периферії, такої ж кількості циліндричних патрубків, що з'єднані торцями з даними отворами, семи лопаткових реєстрів, які змонтовані у внутрішній частині циліндричних патрубків та газових труб з форсунками, які вільно входять у внутрішню втулку кожного з лопаткових реєстрів.

При такому конструктивному рішенні фронтного пристрою центральний пальник виконує функції пускового та чергового пальника, на який подається невелика частка паливного газу при запуску камери згорання ГТУ, і після виходу цього пальника на номінальний режим роботи починається подача газу на периферійні пальники, чим забезпечується запуск камери згорання.

Недоліком даного фронтного пристрою є те, що застосування периферійних пальників реєстрового типу як елементів конструкції багатопальникових фронтних пристроїв ускладнюють конструкцію, технологію виготовлення, умови експлуатації та створюють високу неоднорідність аеродинамічної та термічної структури потоку на виході з жарової труби камери згорання, мають високий аеродинамічний та термічний опір камери згорання. Все це сприяє створенню високого рівня емісії токсичних оксидів азоту (NO_x) та оксиду вуглецю (CO) у продуктах згорання та додаткових втрат енергії у трактах камери згорання внаслідок чого зменшується коефіцієнт корисної дії установки.

До цього слід додати, що утворення реєстровими пальниками збагаченої паливом зони зворотних потоків призводить до утворення неоднорідних течій з високою температурою, обгорання вихідних кромek лопаток реєстра та коксування газових отворів у багатосоплових насадках. Окрім того, неоднорідність полів швидкостей паливоповітряної суміші призводить до збільшення часу перебування суміші у зоні вигорання палива та підвищення концентрації CO у продуктах згорання.

Ще одним вагомим недоліком таких багатопальникових фронтних пристроїв є те, що їх компоновальна схема характеризується наявністю декількох пальникових секцій, у яких встановлюються по сім-десять реєстрових пальникових модулів меншого діаметра, кожний з яких має окрему газову трубу для підведення палива, що значно ускладнює технологію виготовлення такого фронтного пристрою, а вихорова аеродинамічна структура за кожним з реєстрових пальникових модулів сприяє надмірній втраті повного тиску у камері згорання ГТУ і призводить до зниження коефіцієнта корисної дії ГТУ.

Додатковим недоліком є те, що при багатомодульній пальниковій схемі досить не ефективно використовується поперечний переріз фронтного пристрою, коефіцієнт розкриття якого по повітряному потоку складає не більше 5...10 відсотків. Це вимагає при фіксованому міделевому перерізі фронтного пристрою застосування підвищених швидкостей повітряного потоку, що є додатковою причиною втрат повного тиску.

Відомий багатопальниковий фронтний пристрій камери згорання ГТУ [Любчик Г.Н. и др. Разработка и предварительные исследования струйных газогорелочных устройств для многогорелочной камеры сгорания ГТУ / В сб. Энергетическое машиностроение, вып. 14. - Харьков: ХГУ. - С. 93-100], який складається з фронтальної конічної стінки великого діаметра, яка має сім отворів меншого діаметра, розташованих симетрично: один у центрі, а шість на периферії, такої ж кількості циліндричних патрубків, що з'єднані торцями з даними отворами, семи пальників струминного типу, які змонтовані у внутрішній частині циліндричних патрубків. Кожний струминний пальник складається з двох перфорованих конічних стінок, одна з яких охолоджувальна, а друга робоча, двох втулок: зовнішньої та внутрішньої та газової труби з форсункою, яка з'єднана з внутрішньою втулкою.

Особливістю перфорації охолоджувальної стінки є те, що на ній розташовані повітряні отвори однакового діаметра рівномірно по всій поверхні.

Особливістю перфорації робочої стінки є те, що отвори для подачі повітря на ній розташовані по дотичній на конічній поверхні стінки і утворюють систему затінених секторів, вздовж яких подається паливо через газові отвори форсунки, завдяки чому реалізується стійке та ефективне згорання палива при високих та змінних надлишках повітря [Христич В.А., Любчик Г.Н. Газогорелочные устройства для сжигания газа при высоких и переменных избытках воздуха. - М: ВНИИГАЗПРОМ, 1978. - 59 с.]. При цьому, повною мірою досягається ефект мікродифузійного горіння, коли зона горіння складається з великої кількості дифузійних

мікрофакелів, кількість яких визначається кількістю повітряних отворів на поверхні робочої стінки, що забезпечує високий рівень вигорання палива.

Багатопальниковий фронтний пристрій з струминними пальниками має недоліки, які обумовлені достатньо високою втратою повного тиску, яка пов'язана із наявністю двох послідовно підключених перфорованих стінок у пальнику та подачею повітряних струменів під кутом до осі камери згорання. Крім того, струминні пальники мають круглий поперечний переріз, що не дозволяє отримати необхідний рівень розкриття поперечного перерізу багатопальникового фронтного пристрою.

Відомий багатопальниковий фронтний пристрій камери згорання ГТУ [Пат. України на корисну модель № 26058, МПК (2006) F23D14/02, зареєстрований 27.08.2007 р., бюл. 23, автори Любчик Г.М., Говдяк Р.М., Варламов Г.Б., Пужайло О.Ф., Мікулін Г.О., Чабанович Л. Б., Шелковський Б.І.], у якому внаслідок застосування периферійних пальників з двома плоскими перфорованими стінками, які мають у плані пелюсткову форму, досягається підвищення ступеня розкриття поперечного перерізу фронтальної конічної стінки, завдяки чому зменшується аеродинамічний та термічний опір камери згорання, підвищується аеродинамічна та термічна однорідність потоку, що сприяє зменшенню довжини факелу, досягається зниження емісії оксидів азоту і оксиду вуглецю, підвищується ефективність роботи ГТУ.

Цей патент прийнятий нами за найближчий аналог.

Виконання пальникової секції у вигляді периферійного чарункового каркаса, який з'єднаний з фронтальною конічною стінкою і в чарунки якого вільно вмонтовані периферійні пальники, сприяє підвищенню надійності роботи фронтного пристрою при змінних режимах експлуатації камери згорання ГТУ, а застосування пальників зі стінками пелюсткової форми дозволяє реалізувати найбільш ефективний спосіб дифузійного горіння палива в напрямку реалізації мікродифузійного горіння, яке характеризується створенням системи локальних факелів, кількість яких визначається кількістю повітряних каналів, що утворюються між перфорованими стінками периферійних пальників, а також застосування шахового компонування повітряних трубок у трубному пучку та газових отворів по вершинах правильних шестикутників навколо кожного повітряного каналу додатково забезпечує підвищення надійності роботи і енергетичних показників пальника та зменшення концентрації токсичних компонентів у продуктах згорання.

Недоліком пристрою за згаданим патентом є те, що у фронтальному розрізі вхідної частини у жарову трубу камери згорання залишаються металеві суцільні зони між отворами пелюсткової форми, які перешкоджають прямоочній схемі руху повітряної суміші, створюють певний аеродинамічний опір потоку і не дозволяють досягти рівномірного поля швидкостей при його входженні у камеру згорання. Окрім того, вони створюють температурне розшарування потоків у повітряних трубках, недосконалість сумішоутворення і згорання газоповітряної суміші у жаровій камері згорання.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення багатопальникового фронтного пристрою камери згорання ГТУ, у якому внаслідок застосування конструктивних трубчастих елементів по всьому перерізу фронтальної частини камери згорання створено у єдиному корпусі пальникову систему з об'єднанням в ній чергового та робочого пальника і забезпечено якісне змішування паливного газу з повітрям, стійке горіння з мінімальним недопалом (C_xH_y) і викидами оксидів азоту й окислів СО у широкому діапазоні навантаження від 10 до 100 %.

Поставлена задача вирішується тим, що фронтний пристрій камери згорання з фронтальною конічною стінкою замінено у торцевій частині зі сторони подачі повітря на суцільний пальниковий пристрій з периферійною (робочою) і внутрішньою (черговою) частинами, що займає увесь його переріз і конструктивно виконаний з трубок, з'єднаних за допомогою внутрішньої (зі сторони кришки камери згорання) і зовнішньої (зі сторони жарової труби) трубних дощок у плоску перфоровану для проходження повітря металеву систему з відокремленням у ній за допомогою металевих пластин рівнобічної шестикутної системи - чергового пальника завдяки ущільненому нероз'ємному з'єднанню їх бокових частин з трубними дошками для відокремлення газового простору чергового пальника від газового простору робочого пальника з подачею у них паливного газу через газопідвідні трубки, що приєднані до внутрішніх трубних дощок та виходом його через газові отвори у зовнішніх трубних дошках.

Суть винаходу пояснюється кресленнями.

На фіг. 1 зображено фронтальний вигляд сумісної пальникової системи камери згорання; на фіг. 2 - фронтальний вигляд чергового пальника; на фіг. 3 - поздовжній розріз сумісної пальникової системи камери згорання; на фіг. 4 - загальний вигляд сумісної пальникової системи.

Сумісна пальникова система камери згорання (Фіг. 3) має дві трубні дошки: внутрішню 1 та зовнішню 2, які між собою з'єднані повітряними трубками 3. Внутрішня трубна дошка

периферійного робочого пальника в центрі має отвір у формі шестикутника, у який вставляється трубна дошка чергового пальника 4 (Фіг. 2). Трубна дошка робочого та чергового пальників відокремлюються шестигранною боковою поверхнею вставки 5, яка нероз'ємно приєднується до внутрішніх трубних дощок робочого та чергового пальників своєю боковою поверхнею і таким чином, разом з трубними дошками та зовнішньою оболонкою 6, створюються два відокремлені міжтрубні простори 7 та 8 (Фіг. 3), які виконують функції паливних колекторів відповідно чергового та периферійного пальників. Шестигранна вставка та оболонка з'єднуються шістьма повітрянонаправляючими пластинами 9 (Фіг. 4). Природний газ подається через паливну трубку 10 (Фіг. 3) в міжтрубний простір чергового пальника, а через паливні трубки 11 - в міжтрубний простір робочого пальника.

Повітряні трубки у трубному пучку (Фіг. 1) мають шахове розміщення, а паливні отвори 12 на зовнішній трубній дошці розміщені по вершинах правильних шестикутників і мають однакову відстань (s) між суміжними паливними отворами, що розташовані навколо повітряних трубок 3 (Фіг. 1).

Сумісна пальникова система працює наступним чином.

Перед подачею палива на пальник забезпечується подача повітря від осьового компресора (ОК) ГТУ на весь фронтальний переріз камери згоряння. Паливний природний газ спочатку подається на черговий пальник через паливотвідну трубку 10 (Фіг. 3), що знаходиться у центральній частині суцільного пальникового пристрою. За рахунок іскрового займання загоряється газоповітряна суміш у запальнику, що забезпечує загоряння газоповітряної суміші чергового пальника 4 (Фіг. 2), який забезпечує прогрівання жарової труби і всього газового тракту ГТУ. Після досягнення у жаровій трубі необхідної температури паливний газ подається на робочий пальник через шість паливотвідних трубок 11 (Фіг. 3).

За рахунок розташування газових отворів чергового і робочого пальників на незначній відстані один від одного відбувається перекидання полум'я з чергового на робочий пальник, що забезпечує плавний перехід камери згоряння від розігріву до входження у робочий режим. Фактично в робочому режимі роботи КЗ на фронтальному перерізі розташовані мікродифузійні локальні факели, кількість яких дорівнює сумарній кількості повітряних трубок чергового і робочого пальників, що забезпечує високоефективне і екологічне безпечне спалювання газоподібної суміші, високого рівня рівномірності температурного поля у поперечному і повздовжньому розрізі жарової труби, незначну величину аеродинамічного опору повітряному потоку, що надходить від ОК, збільшення коефіцієнта надлишку повітря і зниження рівня температур у КЗ, на вході в турбіну високого тиску, турбіну низького тиску і у вихлопному колекторі.

Ці особливості сумісної пальникової системи камери згоряння ГТУ дозволяють підвищити ефективність ГТУ у широкому діапазоні навантажень від 10 до 100 відсотків, отримати економію паливного газу і знизити емісію шкідливих речовин в атмосферне повітря.

При такій конструкції сумісної пальникової системи камери згоряння ГТУ відбувається спрощення технології його виготовлення і монтажу, вирішується проблема надійності роботи фронтального пристрою, забезпечується підвищення ефективної роботи камери згоряння агрегату у широкому діапазоні зміни навантаження, досягається відповідність нормативним вимогам щодо емісії токсичних оксидів азоту (NO_x) та оксиду вуглецю (CO).

Екологічна ефективність винаходу полягає у значному зниженні шкідливих викидів ГТУ, пов'язаних з процесами, що відбуваються у камері згоряння, одночасно досягається аеродинамічна та термічна однорідність робочого тіла перед сопловим апаратом газової турбіни, досягається зменшення витрат паливного газу на власні потреби шляхом зменшення аеродинамічного опору єдиного фронтального пристрою в складі камери згоряння ГТУ.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Сумісна пальникова система камери згоряння газотурбінної установки (ГТУ), що містить черговий (центральный) та робочі (периферійні) пальники, міжтрубний паливний простір яких виконує функцію паливних колекторів, яка **відрізняється** тим, що усі пальники об'єднані у суцільний пальниковий пристрій діаметром на увесь переріз фронтального пристрою на п'ять міліметрів менше за внутрішній діаметр великого периферійного повітряного реєстра за допомогою з'єднаних нероз'ємно трубних дощок та відокремленням паливного простору чергового та робочого пальників один від одного боковою поверхнею шестигранної вставки.

2. Сумісна пальникова система камери згоряння ГТУ за п. 1, яка **відрізняється** тим, що повітряні трубки у трубних дошках чергового та робочого пальників мають наскрізне шахове розміщення.

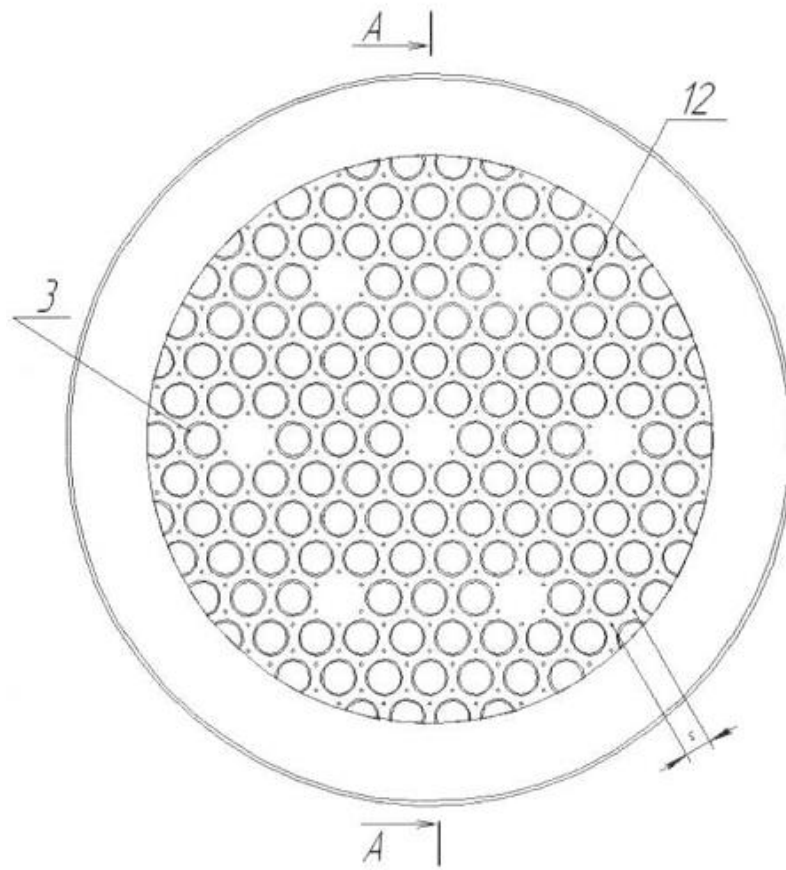


Fig. 1

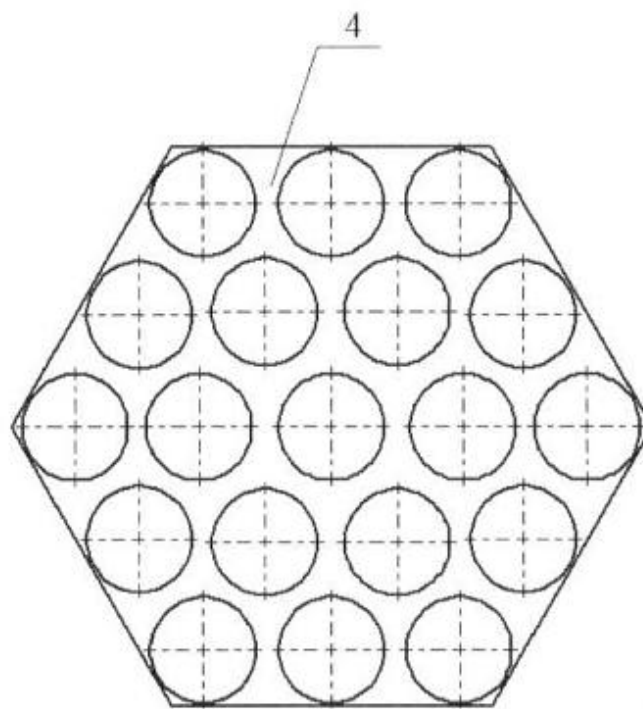


Fig. 2

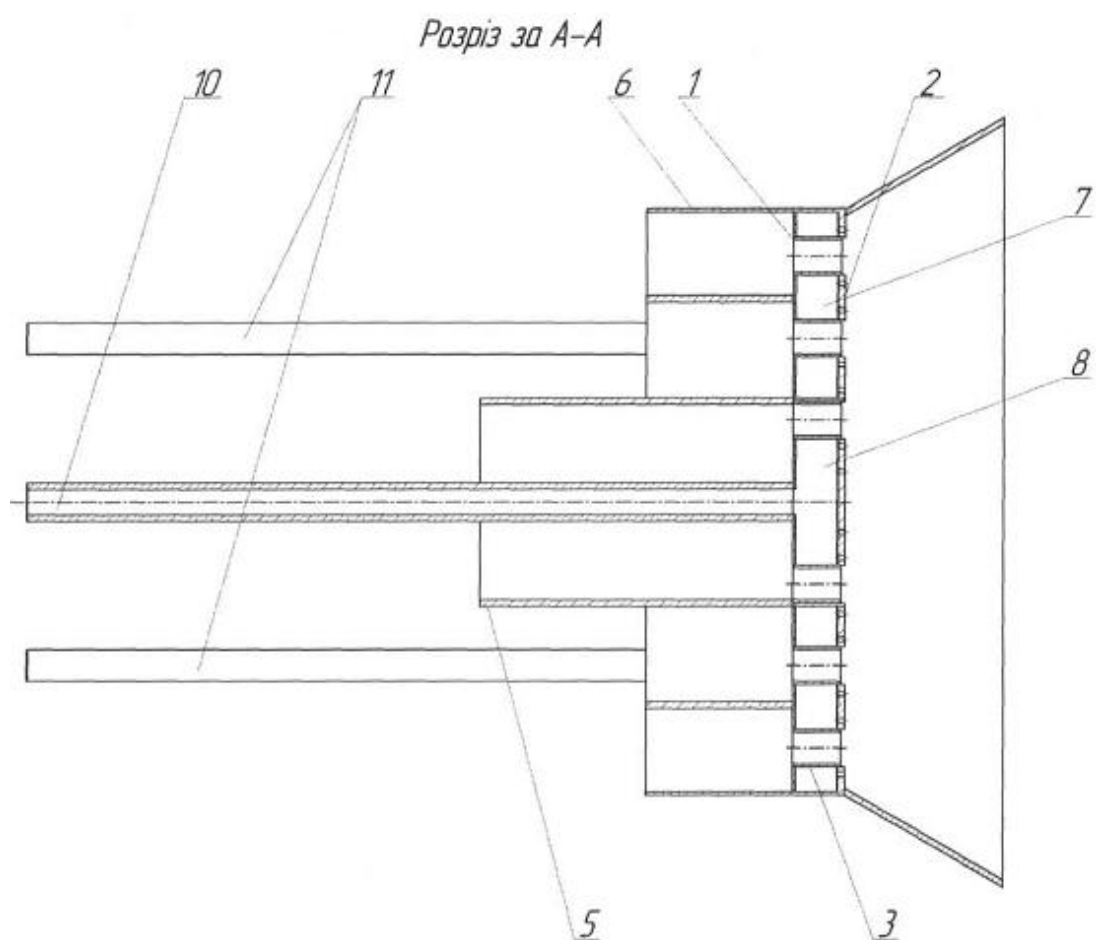


Fig. 3

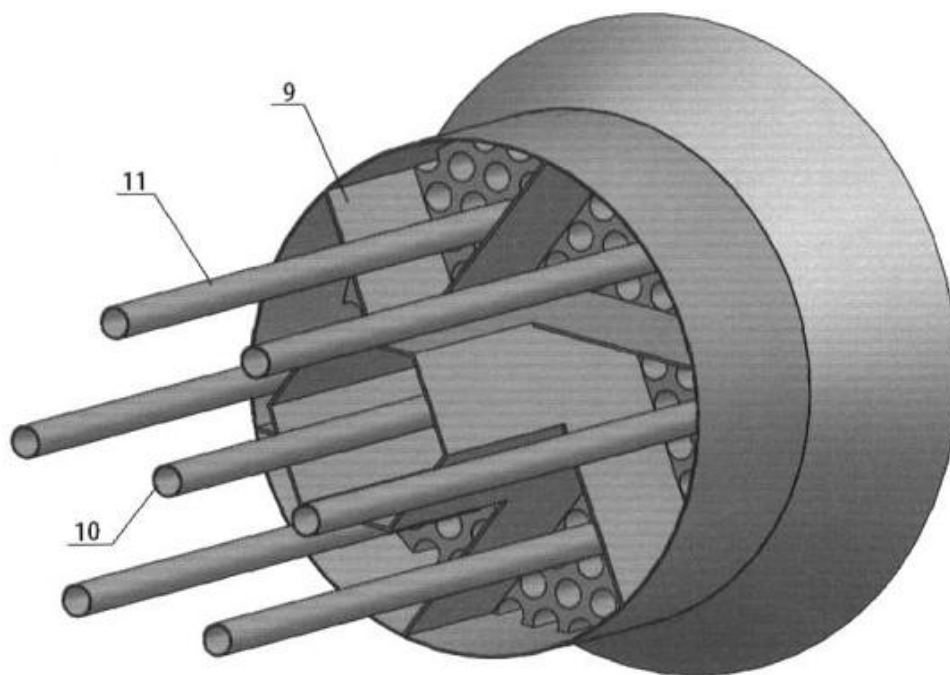


Fig. 4

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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

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