



УКРАЇНА

(19) UA (11) 63679 (13) U
(51) МПК
F23D 14/02 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЗБІРНИЙ ПАЛЬНИКОВИЙ ПРИСТРІЙ КАМЕРИ ЗГОРЯННЯ ГАЗОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ

1

(21) u201109988

(22) 12.08.2011

(24) 10.10.2011

(46) 10.10.2011, Бюл.№ 19, 2011 р.

(72) ВАРЛАМОВ ГЕННАДІЙ БОРИСОВИЧ, ПОЗ-
НЯКОВ ПАВЛО ОЛЕГОВИЧ, ПРИЙМАК КАТЕРИ-
НА ОЛЕКСАНДРІВНА, ОЛІНЕВИЧ НАТАЛІЯ ВО-
ЛОДИМИРІВНА

(73) ВАРЛАМОВ ГЕННАДІЙ БОРИСОВИЧ

(57) 1. Збірний пальниковий пристрій камери зго-
рання газотурбінної установки, що містить черго-
вий (центральный) та робочі (периферійні) пальни-
ки, міжтрубний паливний простір яких виконує

2

функцію паливних колекторів, який **відрізняється**
тим, що усі пальники з'єднані у нероз'ємний паль-
никовий пристрій з центральною частиною, яка
виконує функції чергового пальника, має шестиг-
ранну форму і заглиблена у робочий пальник на
величину 50...100 мм від зовнішньої площини ро-
бочого пальника, зовнішній діаметр якого дорівнює
розміру поперечного перерізу жарової труби.

2. Збірний пальниковий пристрій камери згорання
газотурбінної установки за п. 1, який **відрізняєть-
ся** тим, що у необхідних місцях на боковій поверхні
повітряних трубок розташовані газові отвори не-
обхідної кількості, необхідної форми та розміру.

Корисна модель належить до газотурбінної
області і може бути використана при модернізації
чи створенні камер згорання трубчастого типу
енергетичних та транспортних газотурбінних уста-
новок (ГТУ), у тому числі у складі газоперекачува-
льних агрегатів (ГПА).

Відомий фронтний пристрій камери згорання
ГТУ [Газотурбинные установки. Конструкция и ра-
счет /Справочное пособие под общей редакцией
Л. В. Арсеньева и В. Г. Тырышкина. - Л.: Машино-
строение, 1978. - 232 с.; Vesely S. Presentace finny
EKOL. - Brno: EKOL 2004. - 169 s.], який склада-
ється з фронтальної конічної стінки великого ді-
аметра, яка має сім отворів меншого діаметра, роз-
ташованих симетрично: один у центрі, а шість - на
периферії, такої ж кількості циліндричних патруб-
ків, 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 втул-
ку кожного з лопаткових реєстрів.

При такому конструктивному рішенні фронто-
вого пристрою центральний пальник виконує фун-
кції пускового та чергового пальника, на який по-
дається невелика частка паливного газу при
запуску камери згорання ГТУ, і після виходу цього
пальника на номінальний режим роботи почина-
ється подача газу на периферійні пальники, чим
забезпечується запуск камери згорання.

Недоліком даного фронтового пристрою є те,
що застосування периферійних пальників реєст-

рового типу як елементів конструкції багатопаль-
никових фронтних пристроїв ускладнюють конс-
trukцію, технологію виготовлення, умови експлу-
атації 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 вуг-
лецю (CO) у продуктах згорання та додаткових
втрат енергії у трактах камери згорання, внаслідок
чого зменшується коефіцієнт корисної дії установ-
ки.

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

Відомий багатопальниковий фронтний при-
стрій камери згорання ГТУ [Струйные горелки
/Рекламный проспект. - К.: Облполиграфиздат,
1981. - 4 с.], який складається з фронтальної коні-
чної стінки великого діаметра, яка має сім отворів
меншого діаметра, розташованих симетрично:
один у центрі, а шість - на периферії, таку ж кіль-
кість циліндричних патрубків, що з'єднані торцями

UA (19) 63679 (11) 63679 (13) U

з даними отворами, змонтованих у внутрішній частині патрубків пальникових секцій, кожна з яких складається з семи пальникових модулів реєстрового типу.

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, кожен 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 згоряння 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 згоряння ГТУ [Любчик Г. Н. и др. Разработка и предварительные исследования струйных газогорелочных устройств для многорелочной 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 форсунок, завдяки чому реалізується стійке та ефективне згоряння палива при високих та змінних надлишках повітря [Христин В. А., Любчик Г. Н. Газогорелочные устройства для сжигания газа при высоких и переменных избытках воздуха. - М.: ВНИИЗГАЗПРОМ, 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 обумо-

влені 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 згоряння. 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 згоряння ГТУ [Пат. України на корисну модель № 26058, МПК (2006) F23D 14/02, 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 згоряння, 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 вмонтовані периферійні пальники сприяє підвищенню надійності роботи фронтного пристрою при змінних режимах експлуатації камери згоряння 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 згоряння.

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

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення багатопальникового фронтного пристрою камери згоряння ГТУ, у якому внаслідок

застосування конструктивних трубчастих елементів по всьому перерізу фронтальної частини камери згоряння створено нероз'ємний пальниковий пристрій з центральною частиною, яка виконує функції чергового пальника і забезпечено якісне змішування паливного газу з повітрям, стійке горіння суміші з мінімальним недопалом (СХНУ) і викидами оксидів азоту й окислів СО у широкому діапазоні навантаження від 10 до 100 %.

Поставлена задача вирішується тим, що фронтний пристрій камери згоряння трубчастого типу з фронтальною конічною стінкою замінено у торцевій частині зі сторони подачі повітря на збірний пальниковий пристрій з периферійною (робочою) і внутрішньою (черговою) частинами, що займає увесь його переріз і конструктивно виконаний з трубок, з'єднаних за допомогою внутрішніх (зі сторони кришки камери згоряння) і зовнішніх (зі сторони жарової труби) трубних дощок у перфоровану для проходження повітря металеву систему з відокремленням у ній за допомогою металевих пластин рівнобічної шестикутної системи - чергового та робочого пальників 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. При цьому, черговий пальник має шестигранну форму з довжиною повітряних трубок як і у робочому пальнику і з метою забезпечення стійкого горіння газоповітряної суміші на різних режимах роботи камери згоряння він заглиблений всередину робочого пальника на 50...100 мм від площини зовнішньої трубної дошки робочого пальника, зовнішній діаметр якого дорівнює розміру поперечного перерізу жарової труби.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями.

На фіг. 1 зображено фронтальний вигляд збірного пальникового пристрою; на фіг. 2 - фронтальний вигляд чергового пальника; на фіг. 3 - поздовжній розріз збірного пальникового пристрою; на фіг. 4 - загальний вигляд збірного пальникового пристрою.

Збірний пальниковий пристрій (Фіг. 3) має чотири трубні дошки: внутрішні 1 та зовнішні 2 у черговому та робочому пальниках, які між собою з'єднані повітряними трубками 3. Внутрішня та зовнішня трубні дошки периферійного робочого пальника в центрі мають отвір у формі шестикутника, в який вставляється із заглибленням на 50...100 мм від площини зовнішньої трубної дошки робочого пальника трубні дошки шестигранної форми 4 чергового пальника (Фіг. 2), які між собою з'єднуються повітряними трубками, а від трубних дощок робочого пальника відокремлюються боковою поверхнею 5 металевою пластиною (Фіг. 3), яка одночасно є поверхнею, що з'єднує нероз'ємним з'єднанням черговий та робочий пальники.

Таким чином, зовнішні 1 та внутрішні 2 трубні дошки чергового та робочого пальників за допомогою бокових поверхонь 5 та 6 (Фіг. 3) створюють два відокремлені міжтрубні простори 7 та 8 (Фіг. 3), які виконують функції паливних колекторів відпові-

дно чергового та периферійного пальників. Шестигранної форми бокова поверхня чергового пальника 5 та циліндричної форми бокова поверхня робочого пальника 6 з'єднуються між собою трубними дошками та шістьма повітронаправляючими пластинами 9 (Фіг. 4). Природний газ подається через паливні трубки 10 та 11 (Фіг. 3) в міжтрубний простір чергового та робочого пальників.

Повітряні трубки у трубному пучку на трубних дошках чергового та робочого пальників (Фіг. 3) мають шахове розміщення із відповідним співвідношенням між поперечним та поздовжнім кроком трубного пучка, а паливні отвори 12 на зовнішніх трубних дошках пальників розміщені по вершинах правильних шестикутників і мають однакову відстань (s) між суміжними паливними отворами, що розташовані навколо повітряних трубок 3, та від центрів повітряних трубок.

Для створення умов комбінованого (кінетичного та дифузійного) сумішоутворення, якіснішого та екологічно безпечного спалювання суміші у жаровій трубі на боковій поверхні повітряних трубок чергового та робочого пальників на необхідній відстані від внутрішньої трубної дошки розташовані газові отвори 13 (Фіг. 3) необхідного діаметра, форми та необхідної кількості, що забезпечують кінетичне спалювання палива, а газові отвори 12 (Фіг. 1 та Фіг. 3) забезпечують дифузійне спалювання палива.

Збірний пальниковий пристрій працює наступним чином.

Перед подачею палива на пальник забезпечується подача повітря від осового компресора (ВК) ГТУ на весь фронтальний переріз жарової труби з боку внутрішніх трубних дощок чергового та робочого пальників камери згоряння. Паливний природний газ спочатку подається на черговий пальник через паливотвідну трубку 10 (Фіг. 4), що знаходиться у центральній частині збірного пальникового пристрою. За рахунок іскрового займання загоряється газоповітряна суміш у запальнику, що спричиняє загоряння газоповітряної суміші у черговому пальнику 8 (Фіг. 3), 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. 4).

За рахунок розташування паливних отворів 12 (Фіг. 1) чергового і робочого пальників на незначній відстані один від одного відбувається перекидання полум'я з чергового пальника на робочий пальник, що забезпечує плавний перехід камери згоряння від розігріву до входження у робочий режим. Фактично, в робочому режимі роботи камери згоряння на фронтальному перерізі жарової труби 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 поздовжньому розрізі жарової труби, незначну величину аеродинамічного опору повітряному потоку, що надходить від ВК, збільшення коефіцієнту

надлишку повітря і зниження рівня температур у камері згоряння, на вході в турбіну високого тиску, турбіну низького тиску і у вихлопному колекторі ГТУ. При чому, черговий пальниковий пристрій за рахунок заглиблення всередину робочого пальника та роботи на незмінних витратах палива забезпечує стійкий процес сумішоутворення та спалювання газоповітряної суміші в центральній частині фронтового пристрою незалежно від величини витрат повітря та паливного газу на робочому пальнику, який має своє робоче завантаження.

Ці особливості збірного пальникового пристрою трубчастого типу дозволяють підвищити ефективність роботи ГТУ у широкому діапазоні навантажень від 10 до 100 %, отримати економію паливного газу, знизити емісію шкідливих речовин в атмосферне повітря, зменшити загальний рівень температур як в жаровій трубі, так і на лопатках турбіни і у вихлопних колекторах, що подовжує загальний робочий моторесурс ГТУ.

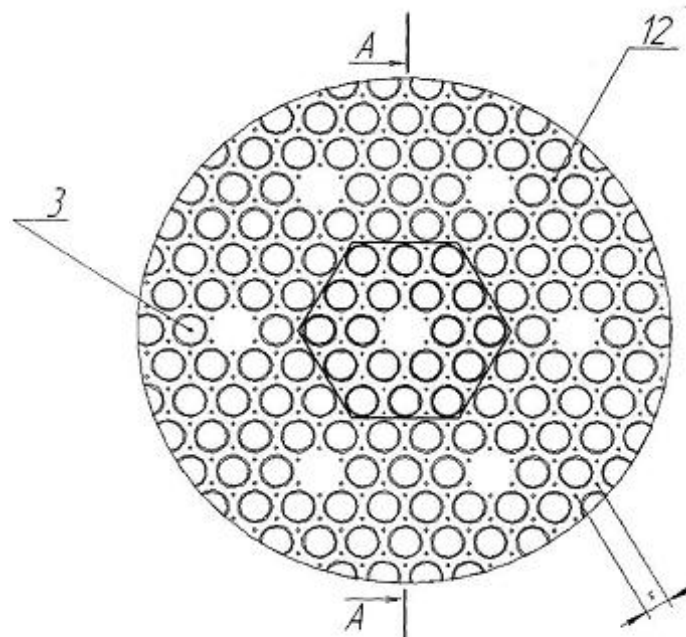
При такій конструкції збірного пальникового фронтового пристрою камери згоряння ГТУ відбувається спрощення технології його монтажу у камеру згоряння, вирішується проблема надійності роботи фронтового пристрою і камери згоряння в цілому, забезпечується підвищення ефективної

роботи агрегату у широкому діапазоні зміни навантаження, досягається відповідність нормативним вимогам щодо емісії токсичних оксидів азоту (NO_x) та оксиду вуглецю (CO).

Екологічна ефективність корисної моделі полягає у значному зниженні шкідливих викидів ГТУ, пов'язаних з процесами, що проходять в камері згоряння, одночасно досягається аеродинамічна та термічна однорідність газового потоку перед сопловим апаратом газової турбіни, досягається підвищення надійності процесів спалювання та зменшення витрат паливного газу на власні потреби шляхом зменшення аеродинамічного опору фронтового пристрою в складі камери згоряння ГТУ.

Така конструкція збірного пальникового фронтового пристрою камери згоряння ГТУ забезпечить рівномірну подачу палива та стійкість перехідних процесів горіння природного газу при регулюванні його витрати.

За рахунок розташування паливних отворів на боковій поверхні паливних трубок досягається комбіноване сумішоутворення, що значно покращує процес спалювання з мінімізацією емісії шкідливих викидів.



Фиг. 1

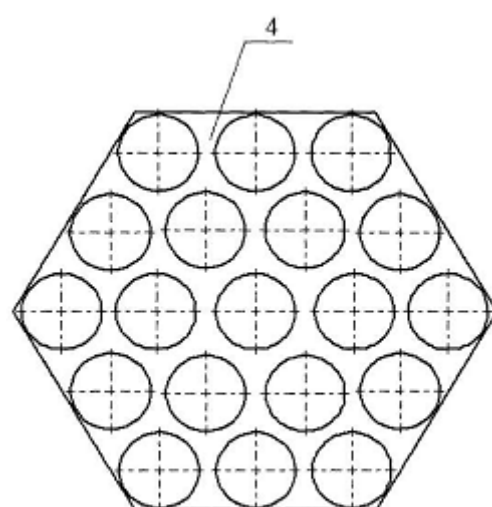


Fig. 2

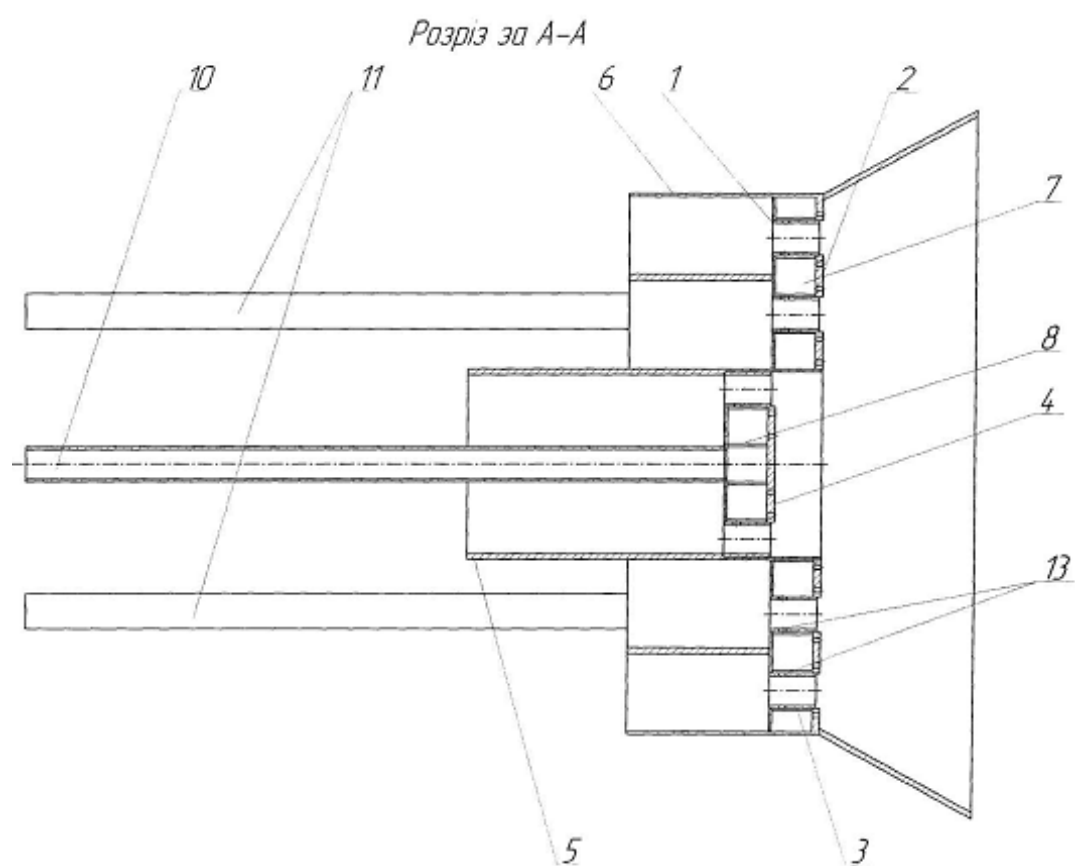
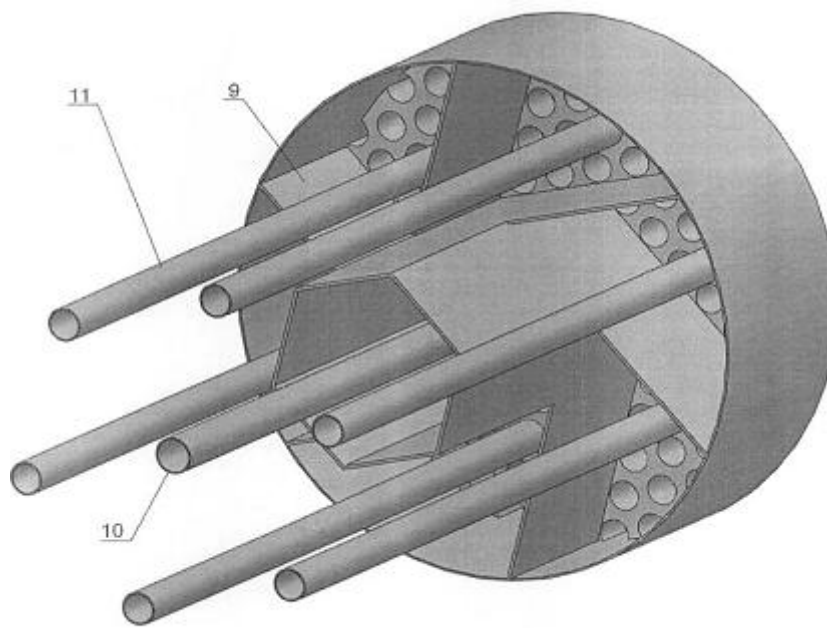


Fig. 3



Фиг. 4