

Винахід стосується інфрачервоного випромінювача, який має пальник, вентилятор та радіаційну трубу, причому пальник є сполученим із системою подачі паливного газу, причому вентилятор установлено для подачі необхідного для горіння повітря до пальника, причому пальник установлено для випускання полум'я у радіаційну трубу.

У комерційному та промисловому секторі інфрачервоні випромінювачі часто застосовують для опалення виробничих та складських об'єктів. Інфрачервоні випромінювачі мають одну або кілька радіаційних труб як випромінювальні елементи, яким підпорядковано принаймні один пальник. Шляхом спалення суміші паливного газу та повітря у межах пальника створюють полум'я, яке може бути розподілене по всій довжині радіаційної труби з застосуванням вентилятора. Природний газ або зріджений газ служить як паливний газ, який змішують у заданому співвідношенні у змішувальній камері, після чого спрямовують у камеру згорання за допомогою сопла і запалюють. Як бар'єр від зворотного запалювання суміш паливного газу / повітря пропускають через решітку або сітку, яка одночасно виконує задачу тримання полум'я. Радіаційні труби, як правило, є під'єднаними для безперервного проходження у лінійній або U-подібній формі після пальника і є призначеними для рівномірного випускання створеного полум'ям тепла по всій протяжності труби. Радіаційна труба рівномірно нагрівається полум'ям і генерує теплове випромінювання, яке випускається, на ділянку, яка підлягає нагріванню. Для підвищення ступеня ефективності у зв'язку з цим часто застосовують рефлектори. Відпрацьовані гази, які утворюються в результаті згорання, видаляють з радіаційної труби, застосовуючи вентилятор, наприклад, виводять до атмосферного повітря через труби для відпрацьованих газів.

З метою мінімізації утворення шкідливих речовин під час згорання палива постійно вживаються заходи для досягнення оптимального стехіометричного співвідношення між паливним газом та повітрям для того, щоб забезпечити максимально можливе згорання, під час якого мінімізуються викиди шкідливих речовин. З цією метою, наприклад, у документі DE 10 2014 019 765 A1 пропонується контролювати вентилятор та газовий клапан за допомогою регульовального пристрою, таким чином, щоб гарантувати повне згорання суміші паливного газу та повітря. Крім того, у документі EP 2 708 814 A1 пропонується оснащення пальника змішувачем та принаймні одним вторинним повітряним каналом, причому пальник установлено таким чином, щоб частина повітря, що подається вентилятором, проходила до змішувача, а інша частина проходила у вторинний повітряний канал для подачі частини поданого необхідного для горіння повітря до полум'я без палива. Крім того, у документі DE 10 2014 019 766 A1 пропонується виявляти поточне співвідношення суміші та/або тип газу за допомогою датчика, зокрема, з застосуванням домішування інших типів газу і подачі газу та/або повітря до пальника залежно від результату порівняння виміряного та потрібного співвідношення суміші до отримання необхідного співвідношення суміші.

Вищезгадані рішення зарекомендували себе на практиці, а отже інфрачервоні випромінювачі нині мають відносно низькі викиди шкідливих речовин і водночас забезпечують високий ступінь ефективності. В основі даного винаходу покладено задачу забезпечення інфрачервоного випромінювача, який мав би ще менші викиди шкідливих речовин при збереженні принаймні незмінного ступеня ефективності. Згідно з винаходом, ця задача розв'язується завдяки характеристикам описової частини пункту 1 формули винаходу.

Завдяки винаходу, забезпечується інфрачервоний випромінювач, який має ступінь ефективності, який принаймні залишається незмінним порівняно з існуючим рівнем техніки, і в якому викиди шкідливих речовин є зменшеними. Оскільки система подачі паливного газу в оптимальному варіанті є сполученою виключно з джерелом водню, теоретично у відпрацьованому газі не міститься шкідливих речовин, які містять вуглець, таких як монооксид вуглецю, діоксид вуглецю або вуглеводні, оскільки водень не містить вуглецю.

Як додаткове вдосконалення винаходу, вентилятор є сполученим з ежектором, який має усмоктувальний штуцер, сполучений із системою подачі водню, причому необхідне для горіння повітря, що втягується вентилятором, служить як витискальний агент, і, таким чином, суміш водню / необхідного для горіння повітря подається на пальник за допомогою вентилятора. В результаті забезпечується можливість подачі суміші водню / необхідного для горіння повітря у визначеному співвідношенні суміші, і, таким чином, досягають регулювання температури полум'я. Шляхом установа високого коефіцієнта надлишку повітря досягають зниження температури полум'я. Завдяки високій реактивності водню забезпечується високий коефіцієнт надлишку повітря від 2,5 до 3. У такий спосіб температуру полум'я доводять до рівня, нижчого за граничні температури утворення оксиду азоту та матеріалів радіаційної труби.

У ще одному варіанті втілення винаходу пальник включає газове сопло та змішувальну трубу, до якої через газове сопло подається водень, причому змішувальна труба продувається необхідним для горіння повітрям за допомогою вентилятора, причому газове сопло, разом зі змішувальною трубою, утворює ежектор, причому витискальним агентом ежектора є водень, який вводять через газове сопло, а агентом, який втягується у змішувальну трубу, є необхідне для горіння повітря, яке міститься у радіаційній трубі, і запалювальний пристрій для запалювання суміші водню / необхідного для горіння

повітря є розташованим далі на відстані від змішувальної труби у напрямку полум'я. У такий спосіб по суті забезпечується можливість подачі суміші водню / необхідного для горіння повітря у визначеному співвідношенні. Завдяки тому, що змішування водню з необхідним для горіння повітрям відбувається лише у змішувальній трубі, за межами вентилятора, вимоги до матеріалу для вентилятора знижуються, оскільки ризик зворотного удару полум'я у вентилятор у даному разі виключається. В оптимальному варіанті бар'єр від зворотного запалювання розташовано у змішувальній трубі, на кінці, спрямованому у напрямку полум'я. У такий спосіб забезпечується уникнення зворотного удару полум'я у змішувальну трубу.

У ще одному варіанті втілення винаходу пальник включає газове сопло, причому вентилятор установлено для продування газового сопла необхідним для горіння повітрям, і, таким чином, не передбачено змішувальної камери для паливного газу для попереднього змішування паливного газу та необхідного для горіння повітря, і в газове сопло подається виключно паливний газ. У такий спосіб досягають простої та економічно вигідної конструкції пальника. Несподівано було виявлено, що, завдяки високій реактивності водню, досягається повне згоряння водню без попереднього змішування з необхідним для горіння повітрям. У цьому зв'язку виникає велика відстань полум'я від газового сопла до необхідного попереднього змішування водню з необхідним для горіння повітрям, яке продуває вентилятор, таким чином, не відбувається термічного пошкодження газового сопла. Крім того, було продемонстровано, що також не існує ризику зворотного удару полум'я, а отже, не вимагається необхідного згідно з існуючим рівнем техніки стабілізатора полум'я у формі перфорованої пластини або дротяної сітки.

Як додаткове вдосконалення винаходу, камера змішування необхідного для горіння повітря є розташованою перед пальником у напрямку полум'я, причому ця камера є сполученою з джерелом необхідного для горіння повітря та з лінією відведення відпрацьованого газу. Завдяки подачі відпрацьованих газів до необхідного для горіння повітря, досягають зменшення кисню, а отже, забезпечується можливість зниження температури полум'я. Крім того, рециркуляція відпрацьованого газу забезпечує зменшення викидів оксиду азоту.

Як додаткове вдосконалення винаходу, вентилятор є розташованим перед пальником у напрямку полум'я, і камера змішування необхідного для горіння повітря розташованою у межах вентилятора. У такий спосіб досягають належного змішування необхідного для горіння повітря та відпрацьованого газу у межах вентилятора.

У варіанті втілення винаходу з'єднання між лінією відведення відпрацьованого газу та камерою змішування необхідного для горіння повітря включає відгалужувальний пристрій, за допомогою якого визначають співвідношення об'ємного потоку відгалуженого відпрацьованого газу з об'ємним потоком необхідного для горіння повітря. У такий спосіб забезпечують можливість регулювання вмісту кисню у суміші необхідного для горіння повітря / відпрацьованого газу. В оптимальному варіанті відгалужувальний пристрій включає регулювальний пристрій, за допомогою якого встановлюють співвідношення об'ємного потоку відгалуженого відпрацьованого газу та об'ємного потоку необхідного для горіння повітря.

Як додаткове вдосконалення винаходу, пальник служить як первинний пальник, за яким розташовано вторинний пальник у радіаційній трубі, на відстані у напрямку полум'я, причому система подачі паливного газу вторинного пальника є з'єднаною з джерелом водню як джерелом паливного газу, причому потік відпрацьованого газу попереднього первинного пальника надходить до вторинного пальника як необхідне для горіння повітря. У такий спосіб досягають додаткової обробки відпрацьованого газу первинного пальника, і, таким чином, викиди оксидів азоту великою мірою мінімізуються. Було продемонстровано, що, завдяки високій реактивності водню, вміст кисню, який залишається у відпрацьованому газі первинного пальника, є цілком достатнім для згоряння водню вторинного пальника. Крім того, процесові згоряння у вторинному пальнику сприяє температура потоку відпрацьованого газу первинного пальника.

У варіанті втілення винаходу елемент вирівнювання у формі компенсатора для компенсації викликаних температурою змін довжини у межах радіаційної труби розташовано на лінії між первинним пальником та вторинним пальником. Цей компенсатор, який в оптимальному варіанті є сконфігурованим як осьовий компенсатор, поглинає рух радіаційної труби уздовж осі, і, таким чином, забезпечується запобігання пошкодженню радіаційної труби.

Інші вдосконалення та варіанти втілення винаходу зазначено у решті залежних пунктів формули винаходу. Типові варіанти втілення винаходу показано на фігурах і детально описано нижче. На фігурах показано:

Фігура 1 схематичне представлення інфрачервоного випромінювача;

Фігура 2 схематичне представлення інфрачервоного випромінювача у ще одному варіанті втілення;

Фігура 3 схематичне представлення інфрачервоного випромінювача у третьому варіанті втілення;

Фігура 4 схематичне представлення інфрачервоного випромінювача у четвертому варіанті втілення, з первинним та вторинним пальником;

Фігура 5 схематичне представлення інфрачервоного випромінювача у ще одному варіанті втілення, з первинним та вторинним пальником.

Інфрачервоний випромінювач згідно з Фігурою 1, вибраний як типовий варіант втілення, включає пальник 1, сполучений з вентилятором 2 і з розташованою після нього радіаційною трубою 3. Радіаційну трубу 3 лише позначено на Фігурі 1; радіаційна труба 3, звичайно, може простягатися на кілька метрів у довжину і може бути утворена з багатьох елементів радіаційної труби. У типовому варіанті втілення радіаційна труба 3 є утвореною як труба з нержавіючої сталі високої термостійкості. В альтернативному варіанті також можливе застосування спеціальних сортів сталі, які мають термічно нанесений шар оксиду алюмінію. У типовому варіанті втілення радіаційна труба 3 оточено рефлектором (не показано), який у типовому варіанті втілення є утвореним з листового алюмінію зі структурованою поверхнею і має пластинчасті перегородки з обох боків для зменшення конвективних втрат.

Пальник 1 включає газове сопло 11, яке служить як сопло для нагнітання суміші газу / повітря і у типовому варіанті втілення є оснащеним бар'єром від зворотного запалювання і сполученим з вентилятором 2. На відстані від газового сопла 11 розташовано запалювальний електрод 12 у пальнику 1. Вентилятор 2 з'єднано з ежектором 21 на його усмоктувальній стороні, привідний з'єднувач якого є сполученим із системою подачі 22 необхідного для горіння повітря, а усмоктувальний штуцер якого є сполученим із системою подачі 23 водню. У даному разі необхідне для горіння повітря, яке втягується вентилятором 2, служить як витискальний агент, що викликається шляхом втягування водню. На нагнітальній стороні суміш водню / необхідного для горіння повітря у такий спосіб подається до газового сопла 11 вентилятором 2, і ця суміш запалюється після її виходу через газове сопло 11 за допомогою запалювального електрода 12, і, таким чином, утворюється полум'я, що проходить через радіаційну трубу 3.

У типовому варіанті втілення згідно з Фігурою 2 передбачено пальник 4, який, у свою чергу, є з'єднаним з вентилятором 2, а після нього розташовано радіаційну трубу 3. Пальник 4 включає водневе сопло 41, сполучене з системою подачі 42 водню і, у свою чергу, орієнтоване співвісно з подовжньою центральною віссю радіаційної труби 3. У даному разі газове сопло, до якого подається виключно водень, називається водневим соплом. Водневе сопло виступає у змішувальну трубу 43, яка проходить співвісно з радіаційною трубою 3, причому радіальний усмоктувальний зазор ежектора, який утворюється водневим соплом 41 та змішувальною трубою 43, утворено між змішувальною трубою 43 та водневим соплом 41. Змішувальна труба 43 тримається у пальнику 4 за допомогою роздільної заслінки 45, оснащеної продувальними отворами, причому заслінка оточує трубу. На його кінці, розташованому навпроти водневого сопла 41, розташовано бар'єр від зворотного запалювання 431 у змішувальній трубі 43. Крім того, у змішувальній трубі 43 розташовано термодатчик 432 для виявлення можливого зворотного удару полум'я.

Вентилятор 2 є орієнтованим таким чином, що він продуває водневе сопло 41 та змішувальну трубу 43 необхідним для горіння повітрям 35. За допомогою потоку водню, який вводять у змішувальну трубу 43, застосовуючи водневе сопло 41, необхідне для горіння повітря 25 втягується через усмоктувальний зазор 44, і це повітря змішується з воднем. Суміш водню / необхідного для горіння повітря, яка виходить зі змішувальної труби 43, запалюється за допомогою запалювального електрода 46, розташованого на відстані від змішувальної труби 43, і, таким чином, утворюється полум'я, яке проходить у радіаційну трубу 3 по всій її довжині. Частина необхідного для горіння повітря 35, яке вдувається у пальник 1 вентилятором 2, тече через продувальні отвори роздільних стінок 45 і продуває полум'я, яке проходить у радіаційну трубу 3, і, таким чином, полум'я охолоджується. Ежектор, утворений газовим соплом 41 та змішувальною трубою 43, є сконфігурованим таким чином, щоб необхідне для горіння повітря, що має коефіцієнт надлишку повітря 2,5, надходило до водню, і щоб таким чином досягалася температура приблизно 900 °C.

У типовому варіанті втілення згідно з Фігурою 3 інфрачервоний випромінювач включає пальник 5, сполучений з вентилятором 2 і з розташованою після нього радіаційною трубою 3. Радіаційна труба 3 має U-подібну протяжність, з розташованою після неї розгалужувальною трубою 6, яка є з'єднаною з вентилятором 2 за допомогою усмоктувальної труби 24. Пальник 5, у свою чергу, включає водневе сопло 51, сполучене з системою подачі 52 водню. Водневе сопло 51 є орієнтованим у напрямку центральної подовжньої осі радіаційної труби 3. Запалювальний електрод 53 для запалювання водню розташовано на відстані від водневого сопла 51.

Ежекторна труба 6 включає головну трубчасту частину 61, за допомогою якої радіаційна труба 3 сполучається з усмоктувальною трубою 24. Труба 62 для відведення відпрацьованого газу відгалужується від головної трубчастой частини 61, і на відстані від останньої відгалужується труба 63 для подачі необхідного для горіння повітря. Рециркуляційну заслінку 64 розташовано у головній трубчастій частині 61, між трубою 62 для подачі відпрацьованого газу та трубою 63 для подачі необхідного для горіння повітря. Потік 631 необхідного для горіння повітря, яке втягується вентилятором 2 за допомогою усмоктувальної труби 24, служить як витискальний агент ежекторної

труби 6, під дією якого частина потоку 621 відпрацьованого газу втягується за допомогою рециркуляційної заслінки 64. Утворену таким чином суміш відпрацьованого газу / необхідного для горіння повітря вводять у пальник 5 за допомогою вентилятора 2, де вона продуває водневе сопло 51. Пропорція потоку відпрацьованого газу у потоці необхідного для горіння повітря піддається регулюванню за допомогою рециркуляційної заслінки 64, і, таким чином, у свою чергу, визначають вміст кисню у суміші відпрацьованого газу / необхідного для горіння повітря, що продуває водневе сопло 51. Головний потік відпрацьованого газу виводиться за допомогою труби 62 для відведення відпрацьованого газу.

Пальник 5, радіаційна труба 3, ежекторна труба 6 та вентилятор 2, з'єднані з усмоктувальною трубою 24, є з'єднаними одне з одним фланцевими з'єднаннями у кожному з випадків.

У типовому варіанті втілення згідно з Фігурою 4 у радіаційній трубі 3 розташовано два пальники: первинний пальник 7 та вторинний пальник 8, розташований після першого у напрямку полум'я. Первинний пальник 7 та вторинний пальник 8 відповідають пальникові 5, який пояснюється в описаному вище типовому варіанті втілення. Вони, у свою чергу, включають водневе сопло 71, 81, яке є сполученим із системою подачі 72 водню, 82, причому запалювальний електрод 73, 83 є розташованим на відстані від водневого сопла 71, 81. Первинний пальник 7 є сполученим з вентилятором 2, усмоктувальний штуцер якого є сполученим із системою подачі 22 необхідного для горіння повітря. Після первинного пальника 7 розташовано радіаційну трубу, 3 яка є сконфігурованою в U-подібній формі і сполученою з вторинним пальником 8 за допомогою елемента вирівнювання 31. У свою чергу, ще одна радіаційна труба 3" є розташованою після вторинного пальника 8, і ця труба у типовому варіанті втілення так само є сконфігурованою в U-подібній формі.

Водневе сопло 71 первинного пальника 7 продувається необхідним для горіння повітрям за допомогою вентилятора 2. Суміш водню / необхідного для горіння повітря, яка утворюється перед водневим соплом 71, запалюється запалювальним електродом 73, і, таким чином, перше полум'я утворюється на відстані перед водневим соплом 71. Потік відпрацьованого газу цього першого полум'я тече через елемент вирівнювання 32 і продуває водневе сопло 81 вторинного пальника 8. Суміш потоку відпрацьованого газу / водню, яка утворюється перед газовим соплом 81, має достатньо високий вміст кисню, тому вона може бути запалена запалювальним електродом 83, і, таким чином, утворюється друге полум'я, яке проходить уздовж другої частини радіаційної труби 3". Потік відпрацьованого газу цього другого полум'я виходить з другої частини радіаційної труби 3". Елемент вирівнювання 31, розташований у відрізьку радіаційної труби 3, який зазнає впливу високої температури через вторинний пальник 8, служить для вирівнювання викликаних температурою змін довжини у межах радіаційної труби. У типовому варіанті втілення цей елемент є сконфігурованим як осьовий компенсатор, який поглинає рухи прокладеної труби уздовж осі.

У цьому типовому варіанті втілення необхідне для горіння повітря подається до первинного пальника 7 за допомогою вентилятора 2, і це повітря продуває водневе сопло 71 первинного пальника 7. У видозміненому варіанті втілення вентилятор 2, розташований перед первинним пальником 7, також може бути з'єднаний з ежектором згідно з першим типовим варіантом втілення, причому необхідне для горіння повітря, яке втягується, служить як витискальний агент, за допомогою якого необхідне для горіння повітря втягується з другої радіаційної труби 3". В іншому видозміненому варіанті втілення друга радіаційна труба 3" також може бути сполучена з усмоктувальною лінією вентилятора 2 за допомогою ежекторної труби, як описано у третьому типовому варіанті втілення. Таким чином, також забезпечується можливість регулювання температури першого полум'я первинного пальника 7. Крім того, у такий спосіб забезпечується можливість додаткового зменшення вмісту оксиду азоту у відпрацьованому газі, що виводиться.

У типовому варіанті втілення згідно з Фігурою 5 первинний пальник 7" є сконфігурованим згідно з пальником типового варіанта втілення згідно з Фігурою 2, причому водневе сопло 71, у свою чергу, виступає у змішувальну трубу 74, таким чином, щоб утворювався усмоктувальний зазор 75 між водневим соплом 71 та змішувальною трубою 74. На його кінці, розташованому навпроти водневого сопла 71, так само розташовано бар'єр 741 від зворотного запалювання у змішувальній трубі 74. Щодо решти компонентів конструкція інфрачервоного випромінювача цього типового варіанта втілення відповідає типовому варіантові втілення згідно з Фігурою 4, причому у разі цього типового варіанта втілення також є можливими варіанти втілення, згадані авторами, для змішування частини потоку відпрацьованого газу другої радіаційної труби 3" у необхідне для горіння повітря, яке втягується вентилятором 2.

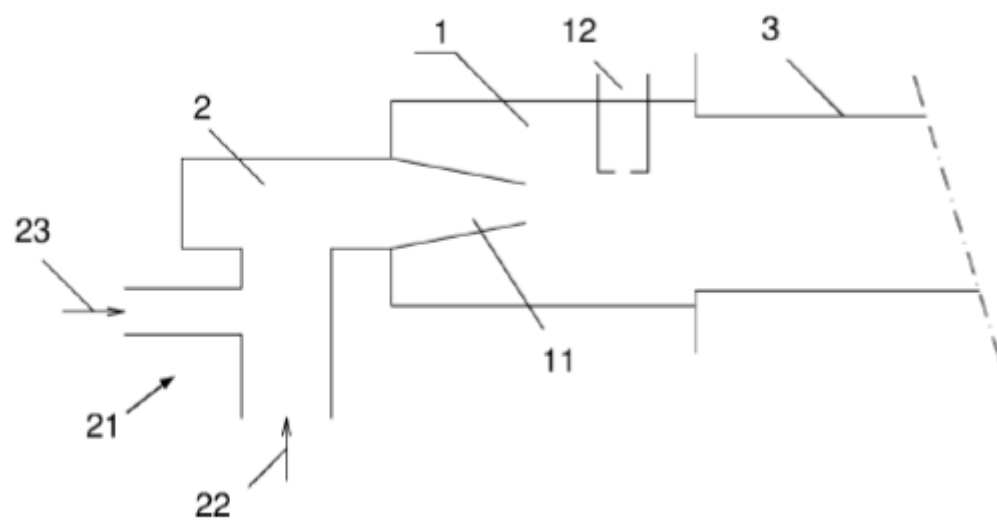


Fig. 1

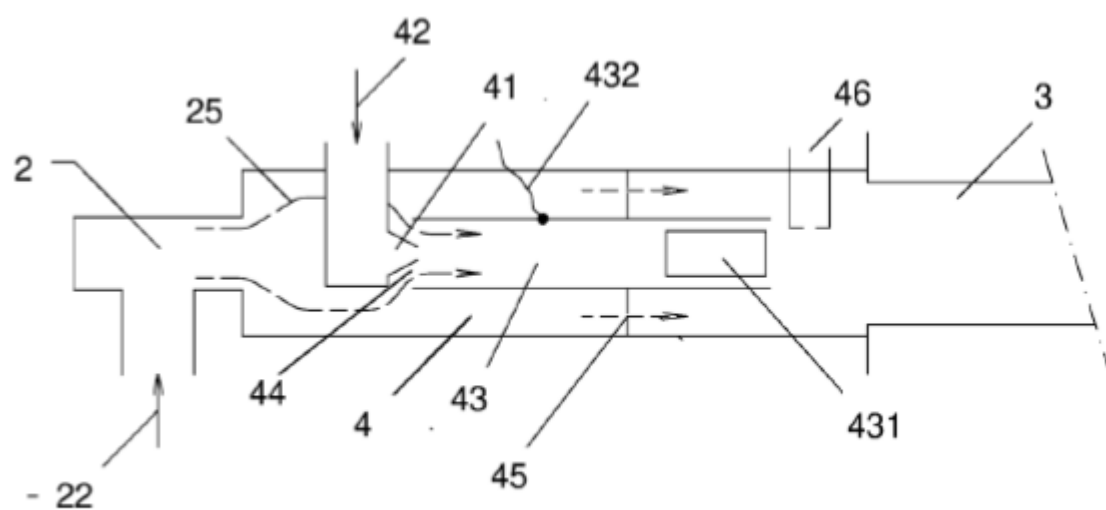


Fig. 2

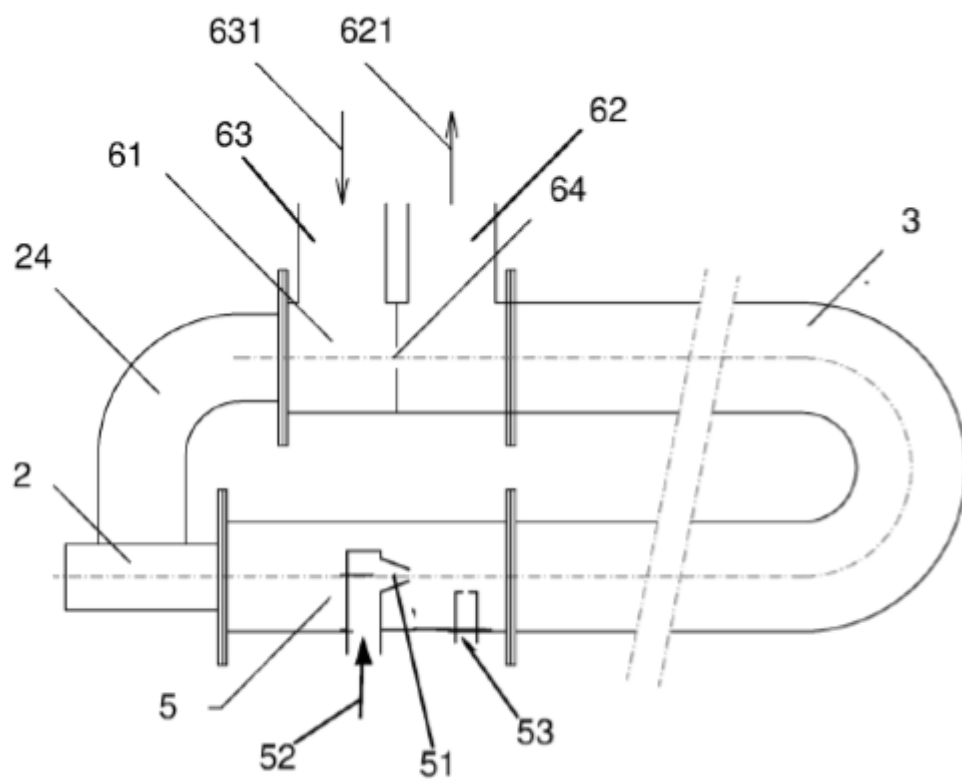


Fig. 3

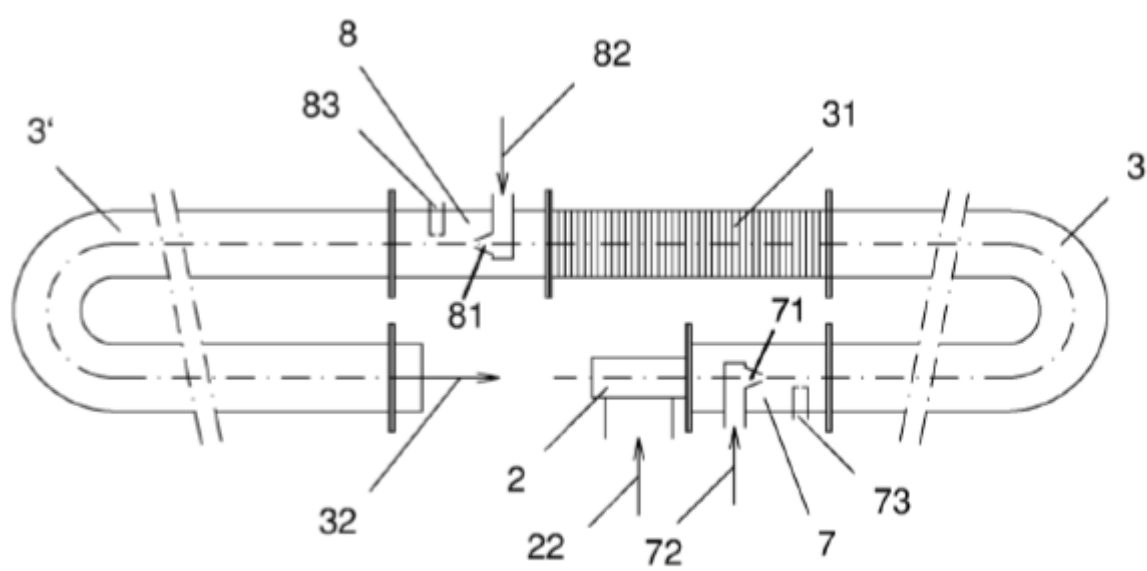


Fig. 4

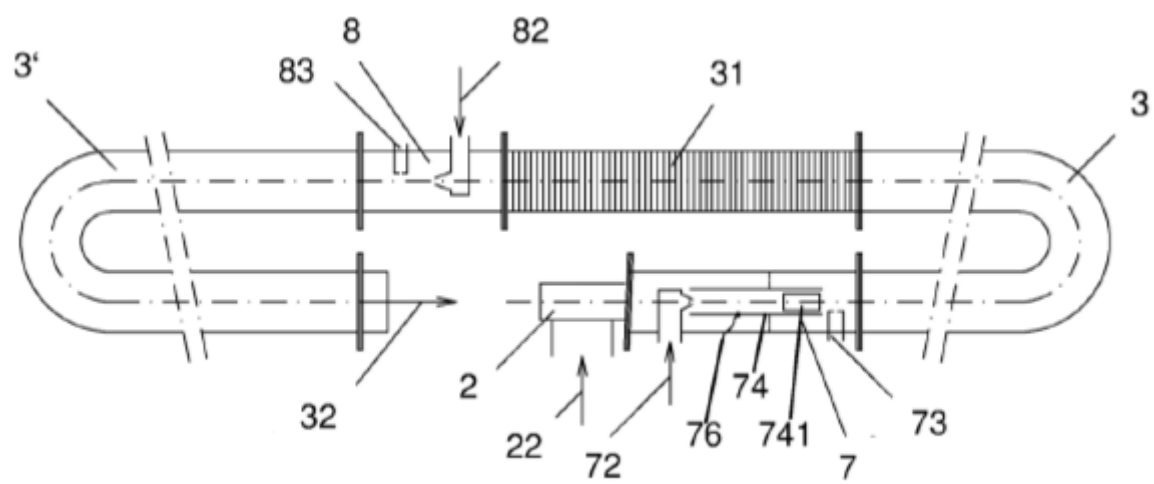


Fig. 5