



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **130882** (13) **C2**  
(51) МПК (2026.01)  
**F23D 14/12** (2006.01)  
**F23C 3/00**  
**F23C 9/08** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

|                                                                                               |                                  |                                                          |                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) Номер заявки:                                                                            | а 2023 05134                     | (72) Винахідник(и):                                      | Крайс Едгар (DE),<br>Генцель Александр (DE),<br>Стольер Торстен (DE),<br>Реннер Томас (DE)                              |
| (22) Дата подання заявки:                                                                     | 06.12.2022                       | (73) Володілець (володільці):                            | ШВАНК ГМБХ,<br>Bremerhavener Straße 43, 50735 Köln,<br>Germany (DE)                                                     |
| (24) Дата, з якої є чинними<br>права інтелектуальної<br>власності:                            | 04.06.2026                       | (74) Представник:                                        | Шпакович Тетяна Іванівна, реєстр. №240                                                                                  |
| (31) Номер попередньої<br>заявки відповідно до<br>Паризької конвенції:                        | 21213748.3                       | (56) Перелік документів, взятих до уваги<br>експертизою: | DE 1064671 B, 03.09.1959<br>DE 9207435 U1, 13.08.1992<br>US 2005/247300 A1, 10.11.2005<br>US 2004/115575 A1, 17.06.2004 |
| (32) Дата подання<br>попередньої заявки<br>відповідно до<br>Паризької конвенції:              | 10.12.2021                       |                                                          |                                                                                                                         |
| (33) Код держави-учасниці<br>Паризької конвенції,<br>до якої подано<br>попередню заявку:      | EP                               |                                                          |                                                                                                                         |
| (41) Публікація відомостей<br>про заявку:                                                     | 27.12.2023, Бюл.№ 52             |                                                          |                                                                                                                         |
| (46) Публікація відомостей<br>про державну<br>реєстрацію:                                     | 03.06.2026, Бюл.№ 22             |                                                          |                                                                                                                         |
| (86) Номер та дата<br>подання міжнародної<br>заявки, поданої<br>відповідно до<br>Договору РСТ | PCT/EP2022/084655,<br>06.12.2022 |                                                          |                                                                                                                         |

## (54) НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИЙ ІНФРАЧЕРВОНИЙ ВИПРОМІНЮВАЧ

### (57) Реферат:

Винахід стосується низькотемпературного інфрачервоного випромінювача, який включає пальник (1), вентилятор (3) та радіаційну трубу (4). Пальник (1) є сполученим із системою подачі паливного газу. Вентилятор (3) установлено для подачі необхідного для горіння повітря до пальника (1). Пальник (1) установлено для випускання полум'я (6) у радіаційну трубу (4). Система подачі (2) паливного газу є сполученою з джерелом паливного газу, а пальник (1) є сполученим із системою подачі паливного газу. Вентилятор (3) виконаний з можливістю подачі необхідного для горіння повітря до пальника (1). Пальник (1) виконаний з можливістю випускання полум'я (6) у радіаційну трубу (4). Система подачі (2) паливного газу має газову насадку (21), а запалювальний пристрій є розташованим на відстані від газової насадки (21) без наявності стабілізатора полум'я.

UA 130882 C2

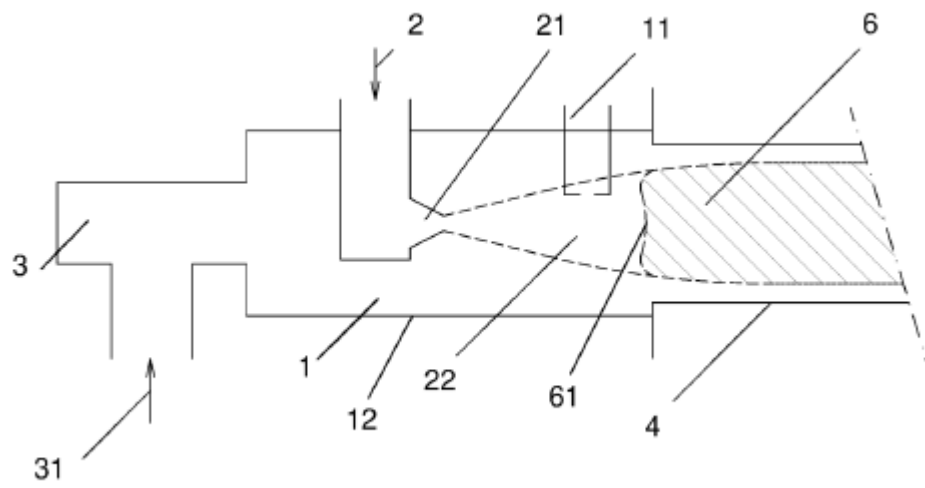


Fig. 1

Винахід стосується низькотемпературного 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 низькотемпературні інфрачервоні випромінювачі часто застосовують для опалення виробничих та складських об'єктів. Низькотемпературні 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. 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 цьому зв'язку часто застосовують рефлектори. Відпрацьовані гази, які утворюються в результаті згоряння, видаляють з радіаційної труби, застосовуючи вентилятор, наприклад, виводять до атмосферного повітря через труби для відпрацьованих газів.

Природний газ або зріджений газ (пропан або біогаз) служить як паливний газ, який змішують із необхідним для горіння повітрям у заданому співвідношенні у змішувальній камері після чого спрямовують у камеру згоряння за допомогою форсункової плити, оснащеної каналами для проходження, і запалюють. Форсункова плита, яка зазвичай є сконфігурованою як керамічна плита, служить як бар'єр від зворотного запалювання і водночас виконує задачу стабілізації полум'я. В альтернативному варіанті як бар'єр від зворотного запалювання та стабілізатор полум'я застосовують решітки або сітки, через які проходить суміш палива / повітря. Такий низькотемпературний інфрачервоний випромінювач описано, наприклад, у документах EP 2 014 980 A1 та EP 2 708 814 A1.

Пальники вже відомих низькотемпературних інфрачервоних випромінювачів стають дедалі складнішими. Цей процес не в останню чергу відбувається на тлі невпинних спроб досягнення оптимального стехіометричного співвідношення між паливним газом та повітрям з метою досягнення якомога повнішого згоряння для мінімізації викидів шкідливих речовин.

Саме це є початковою точкою винаходу. В основі винаходу лежить задача забезпечення низькотемпературного інфрачервоного випромінювача, який має просту конструкцію і може бути виготовлений в економічний спосіб. Згідно з винаходом, ця задача розв'язується завдяки характеристикам відмітної частини пункту 1 формули винаходу.

Завдяки винаходові, забезпечується низькотемпературний інфрачервоний випромінювач, який має просту конструкцію і може бути виготовлений в економічний спосіб. Завдяки тому, що система подачі паливного газу є сполученою з джерелом водню як джерелом паливного газу і має газову насадку, причому запалювальний пристрій є розташованим на відстані від газової насадки, без наявності стабілізатора полум'я, досягається проста конструкція, яка має зменшену кількість компонентів. Несподівано було продемонстровано, що при застосуванні водню як паливного газу попереднє змішування з необхідним для горіння повітрям не вимагається. Завдяки тому, що потік водню, який виходить з насадки під тиском, запалюється після контакту з необхідним для горіння повітрям, яке знаходиться перед насадкою, через його реактивність, коли досягається потрібне співвідношення суміші, утворюється стійке полум'я на достатній відстані від насадки, і це полум'я підтримується без ризику зворотного удару полум'я у насадку. Стабілізатор полум'я, який застосовують згідно з існуючим рівнем техніки, який водночас виконує функцію запобігання зворотному ударові, у даному разі не вимагається. Крім того, досягається зменшення викидів шкідливих речовин. Оскільки водень не містить вуглецю, теоретично у відпрацьованому газі не міститься шкідливих речовин, які містять вуглець, таких як монооксид вуглецю, діоксид вуглецю або вуглеводні.

Як додаткове вдосконалення винаходу, вентилятор є розташованим таким чином, що радіаційна труба продувається необхідним для горіння повітрям, принаймні у напрямку полум'я, за газовою насадкою. У такий спосіб гарантується достатня подача необхідного для горіння повітря до ділянки перед насадкою, і це повітря підтримує змішування з воднем, який виходить з насадки з його потоком. В оптимальному варіанті вентилятор є розташованим таким чином, що газова насадка продувається необхідним для горіння повітрям.

У варіанті втілення винаходу вентилятор на усмоктувальній стороні є сполученим з лінією відпрацьованого газу, яка є сполученою з радіаційною трубою. У такий спосіб забезпечується можливість рециркуляції відпрацьованого газу у необхідне для горіння повітря, і, таким чином, температура полум'я є регульованою, а отже, забезпечується протидія викидам оксидів азоту.

У ще одному варіанті втілення винаходу вентилятор є сполученим на усмоктувальній стороні з ежектором, який має усмоктувальний з'єднувач, сполучений з лінією відпрацьованого газу, причому необхідне для горіння повітря, що втягується вентилятором, служить як витискальний агент, і, такими чином, суміш відпрацьованого газу / необхідного для горіння повітря подається до пальника за допомогою вентилятора. У такий спосіб забезпечують подачу потоку визначеного відпрацьованого газу у потік необхідного для горіння повітря, з наступним змішуванням за допомогою вентилятора.

Як додаткове вдосконалення винаходу, ежектор або лінію відпрацьованого газу оснащують регулювальним пристроєм, за допомогою якого регулюють співвідношення суміші потоку відпрацьованого газу та потоку необхідного для горіння повітря. У такий спосіб забезпечується можливість безперервного регулювання температури полум'я.

У варіанті втілення винаходу передбачено оптичний датчик, який встановлено для виявлення принаймні одного параметра полум'я. В оптимальному варіанті оптичний датчик є УФ-датчиком. Несподівано було виявлено, що властивості невидимого полум'я від згорання водню піддаються надійному визначенню за допомогою оптичних датчиків, причому УФ-датчик дозволяє виявляти не лише температуру полум'я, але й інші параметри. Це є перевагою, якщо оптичний датчик є спрямованим на основу полум'я.

У ще одному варіанті втілення винаходу УФ-датчик встановлено для резонансної спектроскопії УФ поглинання. У такий спосіб забезпечується можливість виявлення вмісту NOX полум'я та відпрацьованого газу, що його оточує. Це є перевагою, якщо датчик є сполученим з регулювальним пристроєм для встановлення співвідношення суміші потоку відпрацьованого газу та потоку необхідного для горіння повітря за допомогою регулюючого модуля. У такий спосіб забезпечується регулювання температури полум'я шляхом контролю цього співвідношення суміші через встановлення заданого значення NOX.

Як додаткове вдосконалення винаходу, оптичний датчик є сполученим з регулювальним пристроєм, сполученим із системою подачі паливного газу, для переривання та/або регулювання подачі водню. У такий спосіб забезпечується перешкоджання витіканню водню у разі затухання полум'я.

У варіанті втілення винаходу регулювальний пристрій є сполученим з контрольним і регулюючим модулем, який встановлено для регулювання властивостей полум'я на основі контрольних параметрів, які зберігаються у пам'яті, шляхом зміни кількості водню та/або кількості необхідного для горіння повітря. Таким чином, наприклад, оптичний датчик, сконструйований як УФ-датчик для резонансної спектроскопії УФ поглинання, може бути сполучений з регулювальним пристроєм для встановлення співвідношення суміші потоку відпрацьованого газу та потоку необхідного для горіння повітря за допомогою контрольного і регулюючого модуля, і, таким чином, забезпечується можливість регулювання температури полум'я шляхом контролю цього співвідношення суміші через встановлення заданого значення NOX...

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

Фігура 1 схематичне представлення низькотемпературного інфрачервоного випромінювача;

Фігура 2 схематичне представлення низькотемпературного інфрачервоного випромінювача у ще одному варіанті втілення, і

Фігура 3 схематичне представлення низькотемпературного інфрачервоного випромінювача у третьому варіанті втілення.

Низькотемпературний інфрачервоний випромінювач згідно з Фігурою 1, вибраний як типовий варіант втілення, включає пальник 1, сполучений з вентилятором 3, і з розташованою після нього радіаційною трубою 4. Радіаційну трубу 4 лише позначено на Фігурі 1; радіаційна труба 4, звичайно, може простягатися на кілька метрів у довжину і може бути утворена з багатьох елементів радіаційної труби. У типовому варіанті втілення радіаційна труба 4 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 4 є оточеною 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 газову насадку 21, яка є сполученою з системою 2 подачі водню. На відстані від газової насадки 21 розташовано запалювальний електрод 11 у пальнику 1. На стороні пальника 1, відверненій від запалювального електрода 11, встановлено вентилятор 3, таким чином, що він продуває газову насадку 21 необхідним для горіння повітрям. Для цього

вентилятор є сполученим із системою 31 подачі необхідного для горіння повітря на усмоктувальній стороні.

Потік водню, який виходить з газової насадки 21 у пальник 1 під тиском, змішується з потоком необхідного для горіння повітря, який продуває газову насадку 21, і запалюється по досягненню необхідного співвідношення суміші за допомогою запалювального електрода 11, розташованого на відстані від газової насадки 21, і, таким чином, полум'я 6 утворюється на відстані від газової насадки 21, причому це полум'я простягається по всій довжині радіаційної труби 4, спрямовуючись у неї. У зоні 22 потоку водню, який не може бути запалений і який не має достатнього співвідношення суміші з необхідним для горіння повітрям, утворення полум'я не відбувається.

У типовому варіанті втілення згідно з Фігурою 2 вентилятор 3 на усмоктувальній стороні є сполученим з ежектором 32, привідний з'єднувач якого є сполученим із системою 31 подачі необхідного для горіння повітря, і усмоктувальний з'єднувач якого є сполученим із системою 33 подачі відпрацьованого газу. Відпрацьований газ надходить з лінії відпрацьованого газу (не показано), яка є з'єднаною з радіаційною трубою 4 на стороні відпрацьованого газу. Необхідне для горіння повітря, що втягується вентилятором 3, служить у даному разі як витискальний, за допомогою якого викликається втягування відпрацьованого газу. На нагнітальній стороні газова насадка 21 у такий спосіб продувається сумішшю відпрацьованого газу / необхідного для горіння повітря за допомогою вентилятора 3. Суміш відпрацьованого газу / необхідного для горіння повітря має знижений вміст кисню, і, таким чином, викликається полум'я, що має знижену температуру. Завдяки високій реактивності водню, навіть невеликий вміст кисню у суміші відпрацьованого газу / необхідного для горіння повітря є достатнім для запалювання, і, таким чином, утворюється полум'я 6, яке проходить через радіаційну трубу 4.

У типовому варіанті втілення згідно з Фігурою 3, тримач 13 датчика вводять у корпус 12 пальника 11, причому цей тримач має вікно 14. УФ-датчик 5 вводять у тримач 13 датчика, причому датчик є сполученим, за допомогою електричної лінії 51, з регулювальним пристроєм (не показано) для переривання подачі 2 водню. У типовому варіанті втілення УФ-датчик 5 є спрямованим у центр основи 61 полум'я 6. Якщо полум'я 6 виявляють за допомогою УФ-датчика 5, подача водню переривається регулювальним пристроєм. Регулювальний пристрій або контрольний і регулюючий модуль, сполучений з ним, також додатково може бути сполучений із запалювальним електродом 11 і встановлений у такий спосіб, що у разі відсутності виявлення полум'я спочатку був активований запалювальний електрод 13, і переривання подачі водню відбувалося лише за тривалої відсутності полум'я.

Якщо вентилятор 3 згідно з типовим варіантом втілення згідно з Фігурою 2 на усмоктувальній стороні є сполученим з ежектором, за допомогою якого відбувається змішування потоку відпрацьованого газу з потоком необхідного для горіння повітря, ежектор або лінія подачі відпрацьованого газу, що подає його на усмоктувальній стороні, може мати регулювальний пристрій, за допомогою якого регулюють співвідношення суміші потоку відпрацьованого газу та потоку необхідного для горіння повітря. Якщо встановлено УФ-датчик для резонансної спектроскопії УФ поглинання, існує можливість регулювання температури полум'я на основі вмісту NOX, виявленого УФ-датчиком. Для цього доцільним є сполучення датчика з регулюючим модулем, контрольним значенням якого є задане контрольне значення NOX, причому фактичне значення NOX надходить від УФ-датчика. На основі різниці між контрольним значенням та фактичним значенням здійснюють регулювання співвідношення суміші потоку відпрацьованого газу та потоку необхідного для горіння повітря, і, таким чином, викликають зміну температури полум'я 6, а це, у свою чергу, викликає зміну фактичного значення NOX.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Низькотемпературний інфрачервоний випромінювач, який має пальник (1), систему подачі (2) паливного газу, джерело паливного газу, запалювальний пристрій, вентилятор (3) та радіаційну трубу (4), причому джерело паливного газу є джерелом водню, система подачі (2) паливного газу є сполученою з джерелом паливного газу, а пальник (1) є сполученим із системою подачі паливного газу, причому вентилятор (3) виконаний з можливістю подачі необхідного для горіння повітря до пальника (1), причому пальник (1) виконаний з можливістю випускання полум'я (6) у радіаційну трубу (4), який **відрізняється** тим, що система подачі (2) паливного газу має газову насадку (21), і тим, що запалювальний пристрій є розташованим на відстані від газової насадки (21) без наявності стабілізатора полум'я.

2. Низькотемпературний інфрачервоний випромінювач за п. 1, який **відрізняється** тим, що

вентилятор (3) є розташованим таким чином, що радіаційна труба (4) продувається необхідним для горіння повітрям принаймні у напрямку полум'я за газовою насадкою (21).

3. Низькотемпературний інфрачервоний випромінювач за п. 2, який **відрізняється** тим, що вентилятор (3) є розташованим таким чином, що необхідне для горіння повітря обдуває газову насадку (21).

4. Низькотемпературний інфрачервоний випромінювач за одним із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що вентилятор (3) на усмоктувальній стороні є сполученим з лінією відпрацьованого газу, сполученою з радіаційною трубою (4).

5. Низькотемпературний інфрачервоний випромінювач за п. 4, який **відрізняється** тим, що вентилятор (3) є сполученим на усмоктувальній стороні з ежектором (32), який має усмоктувальний з'єднувач, сполучений з лінією відпрацьованого газу, причому необхідне для горіння повітря, що втягується вентилятором (3), служить як витискальний агент, і, таким чином, суміш відпрацьованого газу та необхідного для горіння повітря подається до пальника (1) за допомогою вентилятора (3).

6. Низькотемпературний інфрачервоний випромінювач за п. 5, який **відрізняється** тим, що ежектор (32) або лінія відпрацьованого газу оснащені регулювальним пристроєм, за допомогою якого регулюється співвідношення суміші потоку відпрацьованого газу та потоку необхідного для горіння повітря.

7. Низькотемпературний інфрачервоний випромінювач за одним із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що в ньому розташований оптичний датчик, який виконаний з можливістю виявлення принаймні одного параметра полум'я (6).

8. Низькотемпературний інфрачервоний випромінювач за п. 7, який **відрізняється** тим, що оптичний датчик є УФ-датчиком (5).

9. Низькотемпературний інфрачервоний випромінювач за п. 7 або 8, який **відрізняється** тим, що оптичний датчик є спрямованим на основу (61) полум'я (6).

10. Низькотемпературний інфрачервоний випромінювач за одним із пп. 7-9, який **відрізняється** тим, що УФ-датчик (5) установлено для резонансної спектроскопії УФ-поглинання.

11. Низькотемпературний інфрачервоний випромінювач за одним із пп. 7-10, який **відрізняється** тим, що оптичний датчик є сполученим з регулювальним пристроєм, сполученим із системою подачі паливного газу для переривання та/або регулювання подачі (2) водню.

12. Низькотемпературний інфрачервоний випромінювач за п. 11, який **відрізняється** тим, що регулювальний пристрій є сполученим з контрольним і регулюючим модулем, який виконаний з можливістю регулювання властивостей полум'я (6) на основі контрольних параметрів, які зберігаються у пам'яті, шляхом зміни кількості водню та/або необхідного для горіння повітря.

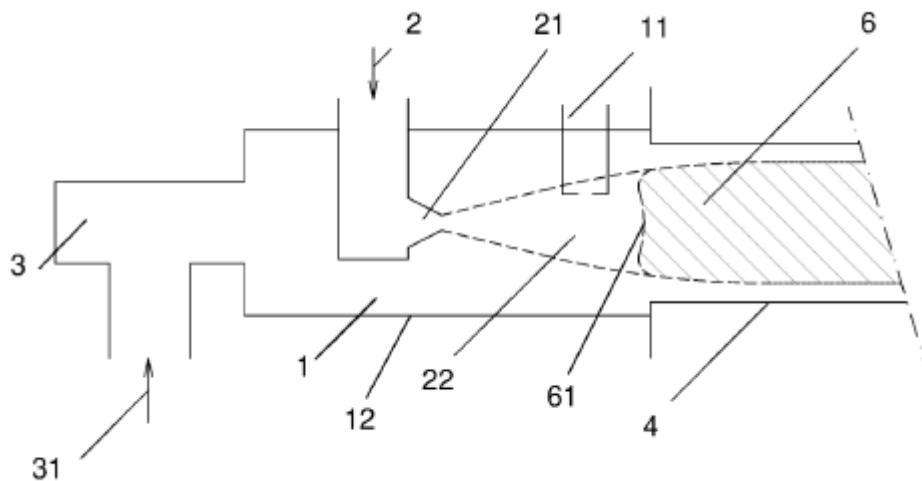


Fig. 1

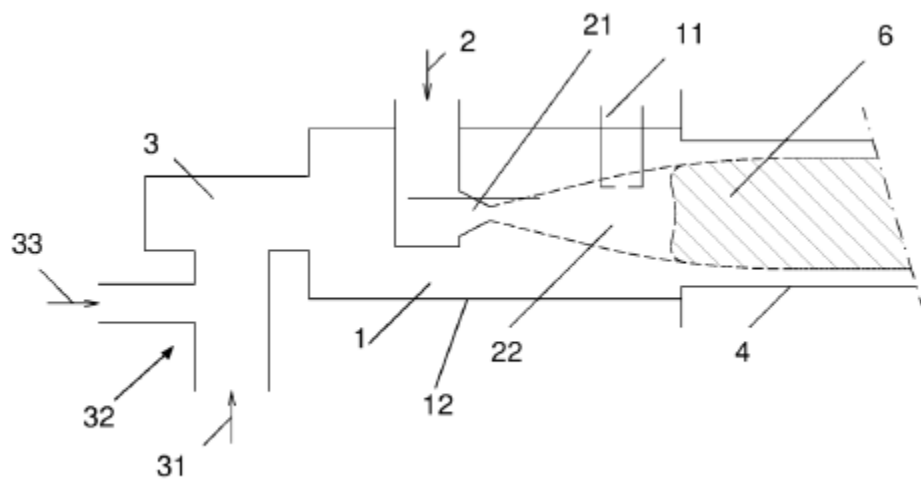


Fig. 2

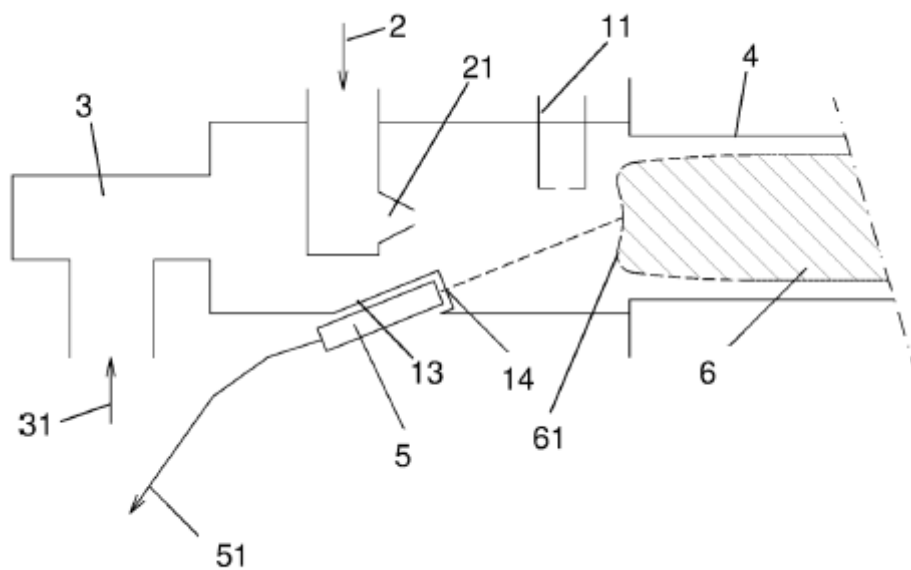


Fig. 3