



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **128593** (13) **C2**
(51) МПК (2024.01)

G01J 5/00
G01J 5/02 (2022.01)
G01J 5/08 (2022.01)
G01J 5/10 (2006.01)
B22D 2/00
F27B 3/08 (2006.01)
F27B 3/22 (2006.01)
G01D 5/20 (2006.01)
G01K 1/14 (2021.01)
G01K 11/32 (2021.01)

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: a 2022 00412	(72) Винахідник(и): Ван Влірберге Міхель (BE), Нейенс Гюдо (BE)
(22) Дата подання заявки: 01.02.2022	(73) Володілець (володільці): ХЕРАУС ЕЛЕКТРО-НАЙТ ІНТЕРНЕСНЛ Н.В., Centrum Zuid 1105 Houthalen, 3530 (BE)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 22.08.2024	(74) Представник: Слободянюк Оксана Олександрівна, реєстр. №216
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 21154561.1	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: EP 3339823 A1, 27.06.2018 EP 3339823 A1, 27.06.2018 EP 3051264 A1, 03.08.2016 JP H11118607 A, 30.04.1999 RU 2004112784 A, 10.04.2005 US 7748896 B2, 06.07.2010 UA 96562 C2, 10.11.2011 JP H09243459 A, 19.09.1997
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 01.02.2021	
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: EP	
(41) Публікація відомостей про заявку: 17.08.2022, Бюл.№ 33	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 21.08.2024, Бюл.№ 34	

(54) ЗАГЛИБНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ТА СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ

(57) Реферат:

Цей винахід стосується заглибного пристрою та способу визначення положення дроту з оптичним осердям за допомогою заглибного пристрою. Заглибний пристрій (10) для вимірювання температури розтопу (64) металу всередині резервуара (62) електродугової печі (60) за допомогою дроту (50) з оптичним осердям містить вдвуну фурму (28) для вдунання продувального газу в точку входу в резервуар (62) і засіб визначення для визначення положення дроту (50) з оптичним осердям. Дріт (50) з оптичним осердям можна переміщувати в каналі (20) подачі та/або у вдвунній фурмі (28) відносно точки входу. Засіб визначення виконаний із можливістю визначення присутності дроту (50) з оптичним осердям у вдвунній фурмі (28) або поблизу неї. Завдяки цьому можуть використовуватися короткі відстані між переднім кінцем волокна та розтопом і, таким чином, короткі інтервали часу між послідовностями вимірювання температури.

UA 128593 C2

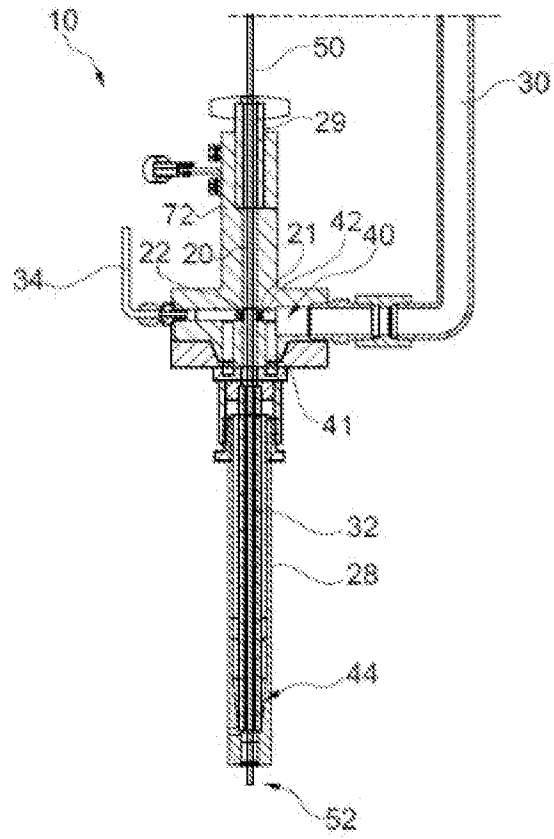


Fig. 1

Цей винахід стосується заглибного пристрою для вимірювання температури розтопу металу всередині резервуара електродугової печі (electric arc furnace, EAF) з використанням дроту з оптичним осердям і способу визначення положення дроту з оптичним осердям із застосуванням заглибного пристрою.

5 Металургійні процеси можна виконувати в дуговій печі, як описано в US 2886617 A, зокрема в EAF. Для покращення керування процесом слід вимірювати температуру розтопу металу. Зазначене вимірювання можна, наприклад, виконувати за допомогою оптичного волокна, зануреного в розтоп, і відповідного детектора, підключеного до волокна, як описано в EP 2 799 824 A1, EP 3 051 264 A1 і EP 2 799 824 A1. Саме оптичне волокно покрите металом. У згаданих
10 вище процесах перед вимірюванням оптичне волокно вводять у напрямну трубку одноразового застосування. Принаймні частина напрямної трубки плавиться під час використання. Щоб визначити якість вимірювання температури, можна контролювати положення оптичного волокна з напрямною трубкою всередині засобу подачі. У JPH09304185 A розкрито оптичне волокно з металевою оболонкою для вимірювання температури розтопленої сталі, де довжину поданого
15 оптичного волокна вимірюють за допомогою двигуна з кодовим датчиком. Подібний пристрій описаний у JPH07151608 A.

Згідно з іншим способом оптичне волокно може бути виконане у вигляді, по суті, нескінченної трубки, яка намотана на котушку та яку розмотують для проведення вимірювання. Пристрій для подачі такого оптичного волокна описаний в EP 3 051 262 A1. В EP 2 940 441 A1
20 описаний пристрій для вимірювання температури з просвітом між оптичним волокном і напрямною трубкою. Альтернативний підхід описаний у JPH09243459 A, де волокно розрізають для визначення положення відомого переднього кінця.

Задачею цього винаходу є вдосконалення вимірювання температури в резервуарі електродугової печі.

25 Задачу цього винаходу вирішують за допомогою заглибного пристрою за пунктом 1 формули винаходу та способу визначення положення дроту з оптичним осердям за додатковим пунктом формули винаходу. Переважні варіанти здійснення визначаються залежними пунктами формули винаходу.

Зазначену задачу вирішують за допомогою заглибного пристрою для вимірювання температури розтопу металу всередині резервуара електродугової печі з дротом з оптичним осердям. Заглибний пристрій містить вдвуну фурму для вдуння продувного газу в точку входу в резервуар і засіб визначення для визначення положення дроту з оптичним осердям. Заглибний пристрій виконаний таким чином, що дріт з оптичним осердям можна переміщувати в каналі подачі та/або у вдвуній фурмі відносно точки входу. Засіб визначення виконаний із
35 можливістю визначення присутності дроту з оптичним осердям у вдвуній фурмі або поблизу неї.

Оскільки передній кінець дроту з оптичним осердям плавиться під час вимірювання температури, його положення слід визначати перед кожним вимірюванням температури. У звичайних рішеннях положення дроту з оптичним осердям визначають у трубці подачі та, таким чином, у положенні, яке розташоване порівняно далеко від резервуара. Тому дріт з оптичним осердям потрібно переміщувати на велику відстань уперед і назад між вимірюванням температури та вимірюванням положення, що потребує багато часу. Таким чином, у разі застосування звичайних способів, інтервал між двома вказаними вимірюваннями температури є великим.

Визначення присутності дроту з оптичним осердям у вдвуній фурмі або поблизу неї дає змогу прискорити транспортування дроту з оптичним осердям і, таким чином, забезпечує коротший інтервал часу між вимірюваннями. Це, зокрема, є важливим, оскільки температура у ванні з рідкою сталлю під час роботи EAF може змінюватися зі швидкістю до 70 °C за хвилину. Можна виконати більшу кількість вимірювань, що дасть змогу краще керувати процесом. Відстань від переднього кінця до розтопу може бути значно меншою. Крім того, сміття або зношування, спричинене поверненням гарячого дроту з оптичним осердям, завжди можуть забруднювати й пошкоджувати або блокувати трубку. Зменшивши шлях переміщення дроту з оптичним осердям усередині каналу подачі, цей ризик можна мінімізувати. Згідно з цим винаходом переміщення переднього кінця дроту з оптичним осердям може бути обмежене вдвунною фурмою, яку можна легко замінити, і в разі забруднення або пошкодження
50 забезпечується просте рішення. Частину засобу визначення, яка наближається до гарячого дроту з оптичним осердям, можна легко замінити. Крім того, вимірювання температури стає
55 більш надійним, оскільки передній кінець можна занурити в найкращу точку посадки.

Вдвунна фурма являє собою фурму, через яку продувний газ можна вдувати в резервуар. Завдяки цьому можна запобігти проникненню металу, шлаку та/або сміття в канал подачі.
60 Вдвуну фурму можна замінювати. Зазвичай вдвунна фурма пряма, тобто не криволінійна, для

подачі дроту з оптичним осердям прямим шляхом до розтопу. Вдувна фурма може бути виготовлена як одне ціле. Вдувна фурма, зокрема, розташована співвісно з каналом подачі та/або в напрямку осі поруч із каналом подачі. Зокрема, канал подачі прилягає до вдувної фурми в напрямку від резервуара. Частина засобу визначення для визначення присутності дроту з оптичним осердям може бути розміщена на вдувній фурмі. Частина засобу визначення може бути розташована біля вдувної фурми, наприклад на каналі подачі, поблизу з'єднання вдувної фурми й каналу подачі та/або між вдувною фурмою та каналом подачі.

Вдувна фурма може бути виконана з можливістю спрямування дроту з оптичним осердям у розтоп та/або з розтопу всередині резервуара. Продувний газ охолоджує вдувну фурму та/або дріт з оптичним осердям у ній. Під час здійснення послідовності вимірювання дріт з оптичним осердям можна переміщувати всередину каналу подачі та вдувної фурми в напрямку до розтопу.

Канал подачі призначений для подачі дроту з оптичним осердям у резервуар та/або з резервуара. Канал подачі утворює прямий та/або криволінійний шлях, уздовж якого можна переміщувати дріт з оптичним осердям. Зокрема, засіб переміщення виконаний із можливістю переміщення дроту з оптичним осердям уздовж шляху, утвореного каналом подачі. Канал подачі, зокрема, є закритим та/або має круглий поперечний переріз. Він може містити трубку подачі, наприклад металеву трубку, тобто трубку, через яку можна подавати оптичне волокно. Канал подачі може бути утворений металевими стінками. Він може мати внутрішній діаметр більш ніж 7 мм, зокрема більш ніж 9 мм, та/або менше ніж 15 мм, зокрема менше ніж 12 мм. Пристрій може містити канал подачі. Канал подачі та вдувну фурму разом можна назвати системою подачі. Система подачі може додатково містити засіб визначення або детектор.

Дріт з оптичним осердям містить оптичне волокно, яке може бути, наприклад, скловолокном. Оптичне волокно може являти собою волокно зі змінним показником заломлення з діаметром 50 мкм або 62,5 мкм. Зокрема, дріт з оптичним осердям містить металеву трубку, розташовану навколо волокна, тобто він являє собою оптичне волокно з металевим покриттям, яке також називають волокном у металевій трубці (Fiber in a Metal Tube, FiMT). Металева трубка може мати зовнішній діаметр більше ніж 1 мм, зокрема 1,3 мм, та/або менше ніж 3 мм, зокрема 2,5 мм. Товщина стінки металевої трубки може становити більше ніж 0,1 мм та/або менше ніж 0,3 мм, зокрема менше ніж 0,2 мм. Дріт з оптичним осердям також може містити зовнішню трубку, розташовану навколо металевої трубки. Ця зовнішня трубка може бути металевою. Вона може мати зовнішній діаметр більше ніж 4 мм та/або менше ніж 8 мм, зокрема приблизно 6 мм. Товщина стінки зовнішньої трубки може становити більше ніж 0,2 мм, зокрема більше ніж 0,3 мм, та/або менше ніж 0,7 мм, зокрема менше ніж 0,5 мм.

Передній кінець дроту з оптичним осердям є кінцем, який занурюють у розтоп для вимірювання температури. Положення переднього кінця дроту з оптичним осердям зазвичай відповідає положенню переднього кінця оптичного волокна. Зокрема, дріт з оптичним осердям витрачається в напрямку від переднього кінця до іншого, протилежного кінця. Після кожної послідовності вимірювання переднім кінцем стає інша частина дроту з оптичним осердям. Інший кінець може бути з'єднаний із блоком визначення для оцінки сигналів, які виміряні та/або транспортовані дротом з оптичним осердям для визначення температури. Інший кінець не буде витрачатися під час вимірювання. Блок визначення може бути виконаний із можливістю приймання світлового сигналу, зокрема в ІЧ-діапазоні довжин хвиль, який передається оптичним волокном. Блок визначення може являти собою пірометр.

Визначення наявності дроту з оптичним осердям означає визначення інформації, яка стосується того, чи перебуває дріт з оптичним осердям у певному положенні. Це дає змогу визначити положення дроту з оптичним осердям. Зокрема, можна виявити наявність дроту з оптичним осердям у визначеному положенні у вдувній фурмі та/або каналі подачі. Це може бути реалізовано таким чином, що частину засобу визначення розташовують у відомому фіксованому положенні відносно каналу подачі та/або вдувної фурми. Зокрема, засіб визначення виконаний із можливістю визначення присутності дроту з оптичним осердям у положенні, яке розташоване на відстані менше ніж 4 м, зокрема менше ніж 2 м, і в одному варіанті здійснення - менше ніж 1 м від зовнішньої стінки резервуара EAF. Зокрема, положення визначення розташоване над зовнішньою стінкою. Переважно засіб визначення виконаний із можливістю визначення присутності дроту з оптичним осердям у положенні, яке розташоване на відстані менше ніж 1 м, зокрема менше ніж 50 см, а в одному варіанті здійснення - менше ніж 20 см від вдувної фурми. Положення визначення може бути розташоване над вдувною фурмою. Відстань до вдувної фурми, зокрема, є осью відстанню.

Заглибний пристрій, зокрема, установлюють стаціонарно. Зокрема, заглибний пристрій виконаний таким чином, щоб його можна було розташувати на зовнішній стінці резервуара або

на платформі на боці резервуара (за наявності). Якщо заглибний пристрій розташований на зовнішній стінці, його можна встановити на платформі з ексцентричним нижнім випускним отвором (eccentric bottom tap, EBT) або на бічній стінці резервуара. Таким чином, дріт з оптичним осердям може бути переміщений униз у резервуар із точки спокою. Указана платформа може бути частиною бічної стінки та/або, по суті, вирівняною в горизонтальному напрямку. Зокрема, точка входу резервуара розташована на платформі та/або являє собою отвір, який, по суті, вирівняний у вертикальному напрямку.

В одній конфігурації засіб визначення містить індуктивний датчик для визначення присутності дроту з оптичним осердям. Індуктивний датчик може бути розташований на вдвуній фурмі або поблизу неї. Наприклад, він може бути розташований на каналі подачі та/або трубці подачі. Для визначення положення переднього кінця між ними можуть бути використані два індуктивні датчики.

В одному варіанті здійснення засіб визначення містить детектор для визначення властивості газового потоку. Зокрема, цей детектор виконаний із можливістю вимірювання витрати газового потоку, швидкості газового потоку та/або тиску газу в газовому потоці. Таким чином, газовий потік використовують для визначення наявності дроту з оптичним осердям. Зокрема, газовий потік забезпечують у вдвуній фурмі або поблизу неї таким чином, щоб наявність дроту з оптичним осердям впливала на газовий потік, наприклад, перекиваючи принаймні частину шляху газового потоку. Шляхом визначення вказаної властивості можна визначити наявність дроту з оптичним осердям. Пристрій може містити відповідне джерело газу. Детектор може бути розташований поблизу вдвуній фурми або у віддаленому положенні та бути з'єднаний із газовою лінією. Зазвичай газові лінії мають високу термостійкість.

Термін "газ" у контексті цього винаходу стосується будь-якого газоподібного матеріалу, наприклад газу, газової суміші та/або дисперсії, у яких газ є безперервним середовищем. Таким чином, газовий потік може бути потоком суміші газів, як-от повітря.

Цей варіант здійснення забезпечує надійне визначення положення за високих температур. Під час використання за призначенням у положенні всередині вдвуній фурми або поблизу неї діють несприятливі умови, зокрема високі температури в кілька сотень градусів Цельсія, полум'я та іскри через близькість до резервуара EAF. У цьому варіанті здійснення відсутні електричні або електронні компоненти в зоні нагрівання та, таким чином, він є особливо надійним. Об'єм технічних заходів невеликий, оскільки не потрібно забезпечувати екранування або теплозахист. Крім того, слід зазначити, що передній кінець дроту з оптичним осердям, положення якого слід визначити, перебував у рідкому металі за секунду до вказаного визначення. Було встановлено, що за властивостями газового потоку можна надійно й точно визначити наявність дроту з оптичним осердям у гарячому стані. Крім того, зокрема, можливе швидке виявлення переднього кінця.

В одному варіанті здійснення заглибний пристрій містить засіб переміщення для переміщення дроту з оптичним осердям у каналі подачі та/або у вдвуній фурмі відносно точки входу. Засіб переміщення переміщує дріт з оптичним осердям відносно каналу подачі та/або вдвуній фурми, а також уздовж поздовжнього продовження каналу подачі або вдвуній фурми. Засоби переміщення, зокрема, виконані з можливістю переміщення дроту з оптичним осердям таким чином, щоб передній кінець переміщувався в резервуар і виходив із резервуара та/або в розтоп, який міститься в резервуарі, і з розтопу. Таким чином, засіб переміщення може бути виконаний із можливістю переміщення дроту з оптичним осердям уперед та/або назад. Переміщення дроту з оптичним осердям, зокрема, являє собою переміщення за прямою або криволінійною траєкторією. Засіб переміщення може містити двигун.

У додатковому варіанті здійснення засіб переміщення виконаний із можливістю подачі дроту з оптичним осердям від котушки та/або намотування невикористаного дроту з оптичним осердям назад на котушку.

Було встановлено, що вимірювання положення поблизу резервуара, зокрема, зручно здійснювати із застосуванням дроту з оптичним осердям. Крім того, шляхом визначення газового потоку можна надійно контролювати тип використовуваного дроту. Цей варіант здійснення передбачає застосування надійного та маловитратного способу використання дроту з оптичним осердям великої (по суті, нескінченної) довжини для великої кількості вимірювань. Таким чином, вимірювання температури з високою частотою можна виконувати протягом щонайменше одного повного робочого циклу EAF, що вможливорює максимальне керування процесом.

У додатковому варіанті здійснення канал подачі та/або вдвунна фурма мають перший отвір та/або другий отвір. Засіб подачі газу може бути з'єднаний із першим отвором для введення

газу під тиском у перший отвір. Детектор може бути з'єднаний із другим отвором за допомогою лінії детектора.

Зокрема, перший отвір та/або другий отвір являють собою радіальний отвір відносно поздовжнього продовження каналу подачі та/або вдувної фурми. Зокрема, зазначені два отвори розташовані в однаковому осьовому положенні відносно поздовжнього продовження каналу подачі або вдувної фурми. На газовий потік, що випускається через ці отвори, впливає дріт з оптичним осердям і засіб визначення, виконаний із можливістю визначення властивості газового потоку, щоб виявити цей вплив і, таким чином, наявність або відсутність дроту з оптичним осердям. За допомогою отворів можна визначити, чи наявний між цими отворами дріт з оптичним осердям. Таким чином, можна отримати інформацію про те, де розташований передній кінець дроту з оптичним осердям: з боку резервуара чи з протилежного боку від отворів.

Термін "з'єднаний" або "з'єднання" стосується з'єднань потоку для забезпечення відповідних газових потоків. Лінія детектора являє собою з'єднання для текучого середовища між детектором і другим отвором. Зазвичай лінія в контексті цього винаходу означає з'єднання для текучого середовища незалежно від його типу, яке може, наприклад, являти собою трубу, трубку тощо.

Цей варіант здійснення забезпечує надійні результати навіть у тому разі, якщо радіальне положення дроту з оптичним осердям у каналі подачі або вдувній фурмі невідоме через радіальний просвіт між зовнішнім діаметром дроту з оптичним осердям і відповідною внутрішньою стінкою. Коли передній кінець проходить положення між отворами, можна спостерігати різку зміну значень властивості, наприклад витрати або тиску. Крім того, цей варіант здійснення забезпечує, зокрема, надійне та безперешкодне функціонування.

У додатковому варіанті здійснення перший отвір та другий отвір співвісно вирівняні та/або розташовані в протилежних положеннях поперечного перерізу каналу подачі або вдувної фурми відповідно. Іншими словами, указані отвори мають спільну вісь. Ця вісь може проходити перпендикулярно до осі каналу подачі. Таким чином, між отворами можна забезпечити прямий газовий потік, що дає змогу, зокрема, точно визначати положення. Отвори можуть бути розташовані з протилежних боків каналу подачі, які розділені діаметром каналу, - таким чином використовуватиметься весь поперечний переріз.

У додатковому варіанті здійснення канал подачі має пряму ділянку, яка розташована поруч із вдувною фурмою, і вигнуту ділянку, яка розташована поруч із прямою ділянкою. Перший отвір й другий отвір можуть бути розташовані поблизу місцеположення, у якому сходяться пряма ділянка та вигнута ділянка. Альтернативно, вдувна фурма є прямою, таким чином дріт з оптичним осердям можна подавати вздовж прямого шляху в напрямку до резервуара, а канал подачі має вигнуту ділянку, яка розташована поруч із вдувною фурмою. У цьому разі перший отвір та другий отвір можуть бути розташовані поблизу місцеположення, у якому сходяться вдувна фурма й канал подачі.

Пряма ділянка спрямована до резервуара та/або між вигнутою ділянкою й резервуаром. Таким чином, дріт з оптичним осердям може бути введений уздовж прямого шляху в розтоп і назад із розтопу без згинання. Механічні властивості дроту з оптичним осердям змінюються через нагрівання, якому дріт з оптичним осердям піддається під час вимірювання температури, та/або наступне охолодження. Зокрема, знижується його гнучкість. Переміщення дроту з оптичним осердям без згинання дає змогу уникнути постійної деформації та, таким чином, зношування, виникнення напруги й тертя дроту з оптичним осердям, потрапляння матеріалу з резервуара та блокування системи подачі. Крім того, запобігається подальше переміщення дроту з оптичним осердям.

Вигнута ділянка розташовується збоку прямої ділянки, повернутої від резервуара. Таким чином, може бути мінімізована потреба цього пристрою в просторі.

Два отвори розташовані поблизу вказаного місцеположення. Зокрема, осьова відстань від будь-якого з двох отворів до вказаного місцеположення сходження відносно поздовжнього напрямку каналу подачі та/або вдувної фурми становить менше ніж 25 см, переважно менше ніж 15 см. В одній конфігурації зазначена осьова відстань становить менше ніж 5 см або є нульовою.

В одному варіанті здійснення заглибний пристрій містить лінію продувального газу для з'єднання джерела газу високого тиску з вдувною фурмою для створення першого потоку продувального газу у вдувній фурмі в напрямку до резервуара та/або розтопу, що міститься в ньому. Джерело газу високого тиску подає газ або газову суміш під тиском щонайменше 5 бар, зокрема щонайменше 10 бар. Таким чином, лінія продувального газу виконана з можливістю витримувати тиск зазначеного порядку. Переважно вона виконана у вигляді труби та/або

виготовлена з металу. Потік продувного газу призначений для створення незаповненого простору всередині вдувної фурми, до якого не потрапляє сміття з резервуара, і забезпечення надійної роботи дроту з осердям. Це дає змогу забезпечити відсутність у каналі подачі шлаку та захопленого металу з резервуара й, таким чином, забезпечити безперешкодне функціонування.

5 У додатковому варіанті здійснення лінія продувного газу з'єднана з роздільником потоку для розділення газового потоку від джерела газу високого тиску на дві лінії. Перша лінія з'єднана з вдивною фурмою для створення першого потоку продувного газу, а друга лінія з'єднана з першим отвором. Іншими словами, єдине джерело газу високого тиску використовують як для створення потоку продувного газу, так і для визначення положення. Таким чином, уже наявне джерело газу можна використовувати для визначення положення дроту з оптичним осердям, що дає змогу мінімізувати об'єм технічних заходів. Перша лінія та/або друга лінія можуть бути виготовлені з металу та/або виконані у вигляді труби. Перша та/або друга лінія можуть бути дуже короткими та/або виконаними у вигляді газопроводу або отвору для проходження газу.

10 У додатковому варіанті здійснення заглибний пристрій містить лінію продування лінії детектора, яка з'єднує лінію продувного газу з лінією детектора для створення потоку продувного газу в лінії детектора через другий отвір у вдівну фурму або канал подачі. Зокрема, створюється періодичний та/або тимчасовий газовий потік для продування лінії детектора. Таким чином, можна уникнути накопичення сміття в лінії детектора. Іншими словами, газовий потік у лінії детектора можна реверсувати. Перемикальний клапан може бути встановлений у лінії продування лінії детектора таким чином, щоб другий потік продувного газу можна було створювати вибірково. Перемикальним клапаном можна керувати за допомогою пристрою керування заглибного пристрою. Цей варіант здійснення забезпечує дуже надійне функціонування завдяки застосуванню продування лінії детектора.

15 В одному варіанті здійснення кінець вдувної фурми, який спрямований або може бути спрямований у резервуар та/або розтоп, що міститься в ньому, виконаний у вигляді сопла Лавалю. Це дає змогу вводити перший потік продувного газу в резервуар із високою швидкістю та/або надзвуковою швидкістю. Таким чином, шлак, що плаває на розтопі під дротом з оптичним осердям, може бути зміщений до та/або під час введення дроту з оптичним осердям. Це дає змогу уникнути блокування системи подачі й покращити вимірювання температури. Крім того, дріт з оптичним осердям охолоджується навіть усередині резервуара, завдяки чому збільшується його довговічність і забезпечується дуже точне вимірювання температури.

20 У додатковому варіанті здійснення заглибний пристрій містить кодовий датчик, виконаний із можливістю контролю переміщення дроту з оптичним осердям від відомої початкової точки. Зокрема, засіб переміщення містить серводвигун, який виконує функцію кодового датчика. Кодовий датчик може бути виконаний із можливістю контролю відстані, на яку переміщується дріт з оптичним осердям від відомої початкової точки. Початкова точка, зокрема, визначається положенням переднього кінця, яке визначають за допомогою засобу визначення. Таким чином, виміряне кодовим датчиком положення переднього кінця буде відоме під час подальшого переміщення дроту з оптичним осердям. Таким чином, може бути забезпечене визначення глибини занурення дроту з оптичним осердям у розтоп. Це дає змогу додатково покращити вимірювання температури.

25 В одній конфігурації кодовий датчик може бути частиною засобу переміщення та/або двигуна, який містить засіб переміщення. Двигун може бути серводвигуном та/або містити сервопривід для контролю положення двигуна. На додаток або як альтернатива кодовий датчик може застосовуватися незалежно від засобу переміщення. У разі використання серводвигуна та додаткового кодового датчика будь-яке зміщення дроту з оптичним осердям, наприклад через блокування, яке не можна виявити за допомогою лише серводвигуна, все-таки можна виміряти. Це дає змогу дуже точно вимірювати положення без перешкод.

30 В одному варіанті здійснення заглибний пристрій містить пристрій керування для керування переміщенням переднього кінця дроту з оптичним осердям у розтоп та/або з розтопу за допомогою засобу переміщення. Пристрій керування може бути також виконаний із можливістю керування визначенням присутності дроту з оптичним осердям за допомогою засобу визначення. Зокрема, пристрій керування являє собою електронний пристрій керування, як-от мікроконтролер або комп'ютер.

35 У додатковому варіанті здійснення заглибний пристрій виконаний таким чином, що засіб визначення може контролювати присутність дроту з оптичним осердям у конкретному положенні під час переміщення дроту з оптичним осердям. Переміщення дроту з оптичним осердям можна припинити після того, як буде виявлено, що передній кінець дроту з оптичним осердям минув указане положення. Це, зокрема, може бути реалізовано за допомогою пристрою керування. Таким чином, переміщення дроту з оптичним осердям обмежене

потрібною величиною. Це дає змогу збільшити швидкість вимірювання та забезпечити належне керування процесом.

Додатковий аспект цього винаходу являє собою заглибний пристрій для вимірювання температури за допомогою дроту з оптичним осердям у резервуарі EAF. Заглибний пристрій містить пристрій для приєднання вдувної фурми, призначений для механічного приєднання вдувної фурми. Дріт з оптичним осердям виконаний із можливістю переміщення в каналі подачі, у вдувній фурмі та/або в пристрої для приєднання вдувної фурми відносно точки входу. Пристрій додатково містить засіб визначення для визначення положення дроту з оптичним осердям. Засіб визначення виконаний із можливістю визначення присутності дроту з оптичним осердям у пристрої для приєднання вдувної фурми або поблизу нього.

Ще одним аспектом цього винаходу є спосіб визначення положення дроту з оптичним осердям за допомогою заглибного пристрою згідно з цим винаходом. Цей спосіб включає переміщення за допомогою засобу переміщення дроту з оптичним осердям у каналі подачі та/або у вдувній фурмі. Спосіб додатково включає визначення за допомогою засобу визначення того, чи перебуває дріт з оптичним осердям у певному положенні у вдувній фурмі або поблизу неї. Усі ознаки, переваги та варіанти здійснення, згадані стосовно пристрою згідно з цим винаходом, також стосуються вищезгаданого аспекту цього винаходу та способу й навпаки.

Зокрема, засіб визначення містить частину, розташовану в певному положенні у вдувній фурмі або поблизу неї, для визначення присутності дроту з оптичним осердям у зазначеному положенні. Зокрема, спосіб включає вимірювання температури всередині резервуара за допомогою дроту з оптичним осердям. Переміщення може включати переміщення дроту з оптичним осердям уперед перед вимірюванням та/або переміщення дроту з оптичним осердям назад після вимірювання. Можна послідовно виконувати велику кількість вимірювань.

В одному варіанті здійснення заглибний пристрій має перший отвір та другий отвір в каналі подачі або у вдувній фурмі. Засіб визначення може містити детектор, з'єднаний із другим отвором. Етап визначення може включати введення газу під тиском у перший отвір та/або визначення за допомогою детектора властивості газового потоку. Зокрема, указана властивість оцінюється блоком оцінки пристрою, який може бути частиною пристрою керування.

Після етапу визначення спосіб може включати переміщення за допомогою засобу переміщення дроту з оптичним осердям на попередньо визначену відстань уперед у напрямку до розтопу, щоб занурити передній кінець у розтоп на попередньо визначену глибину. Це переміщення можна контролювати за допомогою кодового датчика та/або керувати ним за допомогою пристрою керування. Положення можна визначити на початку та/або в кінці послідовності вимірювання температури. Зокрема, положення визначають перед першою послідовністю вимірювання. Надійне визначення положення можливе із застосуванням лише одного засобу визначення.

У додатковому варіанті здійснення етап переміщення включає витягування дроту з оптичним осердям із резервуара та/або розтопу з першою швидкістю, припинення переміщення з витягуванням та переміщення дроту з оптичним осердям уперед у напрямку до резервуара та/або розтопу з другою швидкістю, яка може бути нижчою, ніж перша швидкість. Присутність дроту з оптичним осердям можна визначити під час переміщення з витягуванням та/або під час переміщення вперед. Дріт з оптичним осердям, зокрема, переміщується всередині каналу подачі та/або вдувної фурми.

У разі застосування двохетапного визначення за допомогою першого визначення може бути встановлене приблизне положення переднього кінця. Перше визначення може бути використане для ініціювання припинення швидкого переміщення з витягуванням. Швидке витягування є переважним через несприятливі умови поблизу розтопу та для забезпечення швидкого вимірювання. Друге визначення може виконуватися під час повільнішого переміщення та, отже, дає змогу дуже точно визначити положення.

Нижче приклад варіанта здійснення цього винаходу пояснюється більш детально за допомогою фігур. Ознаки наведеного як приклад варіанта здійснення можуть бути об'єднані окремо або разом із заявленими об'єктами, якщо не зазначене інше. Заявлені об'єми захисту не обмежуються наведеним як приклад варіантом здійснення.

На фігурах показано таке:

Фіг. 1: вигляд збоку в розрізі заглибного пристрою;

Фіг. 2: вигляд спереду заглибного пристрою;

Фіг. 3: вигляд у перспективі заглибного пристрою;

Фіг. 4: вигляд збоку в розрізі деталі заглибного пристрою;

Фіг. 5: схематичний розріз іншої деталі заглибного пристрою; і

Фіг. 6: вигляд електродугової печі із заглибним пристроєм.

На Фіг. 1 показаний вигляд у розрізі заглибного пристрою 10 згідно з цим винаходом для вимірювання температури розтопу металу в резервуарі EAF за допомогою дроту 50 з оптичним осердям. Дріт 50 з оптичним осердям вирівняний у вертикальному напрямку для подачі в розтоп через канал 20 подачі та вдвну фурму 28 у напрямку вниз за допомогою засобу переміщення, який розташований на певній відстані в напрямку вгору, але не зображений на цьому кресленні. Переважно, засіб переміщення подає дріт 50 з оптичним осердям із котушки, розташованої в напрямку вгору, і змотує невикористане волокно назад на котушку.

Заглибний пристрій 10 містить вдвну фурму 28 для вдуння продувного газу в напрямку вниз у точку входу резервуара. Детально це показано на Фіг. 6. Вдвну фурму 28 являє собою металеву трубку з внутрішнім простором 32, у якому можна переміщувати дріт 50 з оптичним осердям, оточений продувним газом. Передній кінець вдвної фури 28, спрямований у напрямку до розтопу, виконаний у вигляді сопла 44 Лавалю. Відносно поздовжнього продовження дроту 50 з оптичним осердям вдвну фурму 28 розташована в осьовому положенні спереду з приляганням до каналу 20 подачі. У варіанті здійснення, який показаний на цьому кресленні, канал 20 подачі містить трубку 29 подачі, яка виготовлена з металу, і вирівняний у вертикальному напрямку напрямний канал, утворений центральним корпусом 72 заглибного пристрою 10. Указаний напрямний канал розташований в аксіальному напрямку та співвісно з вдвною фуною 28 і трубкою 29 подачі. Він розташований між вдвною фуною 28 і трубкою 29 подачі, як також показано на Фіг. 4. В інших варіантах здійснення вдвну фурму 28 може бути розміщена аксіально з приляганням до трубки 29 подачі.

Вдвну фурму 28 прикріплена до центрального корпусу 72 роз'ємним способом. На Фіг. 1 і 3 показано вигляд трубки 29 подачі з частковим розрізом, тому дріт 50 з оптичним осердям видимий. Однак, зокрема, трубка 29 подачі продовжується далі до засобу переміщення.

Заглибний пристрій 10 містить засіб визначення для визначення положення дроту 50 з оптичним осердям. Засіб визначення виконаний із можливістю визначення присутності переднього кінця 52 дроту 50 з оптичним осердям поблизу верхнього кінця вдвної фури 28. Засіб визначення містить детектор для вимірювання властивості газового потоку. Указаний детектор підключений до лінії детектора, але не показаний на цьому кресленні. Засіб визначення також містить у каналі 20 подачі перший отвір 21 і другий отвір 22, розташовані співвісно. У показаному варіанті здійснення отвори 21 і 22 розташовані в протилежних положеннях поперечного перерізу напрямного каналу, утвореного центральним корпусом 72 заглибного пристрою 10. Перший отвір 21 з'єднаний із засобом подачі газу (не показаний на цьому кресленні) для подавання потоку газу під тиском через перший отвір 21 у канал 20 подачі та його виходу з каналу 20 подачі через другий отвір 22. Коли передній кінець 52 дроту 50 з оптичним осердям переміщується вперед або назад і проходить через отвори, газовий потік піддається впливу, який може бути визначений детектором. В одній конфігурації таке визначення являє собою вимірювання тиску. При цьому визначають зміни тиску, які пов'язані з положенням переднього кінця 52. Поки передній кінець 52 присутній між боком вдуння та боком приймання (відповідно, перший отвір 21 і другий отвір 22), спостерігається низький тиск. Коли перешкоди на шляху газу усуваються, спостерігається вищий тиск. Таке вимірювання тиску є дуже надійним.

Заглибний пристрій 10 містить лінію 32 продувного газу для підключення джерела газу високого тиску з метою створення потоку продувного газу у вдвній фури 28 у напрямку до розтопу, який міститься всередині резервуара EAF. У варіанті, показаному на цьому кресленні, лінія 30 продувного газу з'єднана з роздільником 40 потоку, який виконаний у вигляді камери із щонайменше двома вихідними отворами. Щонайменше один вихідний отвір з'єднаний з першою лінією 41, що проходить по колу навколо напрямного каналу центрального корпусу 72. Указана перша лінія 41 виконана з можливістю передавання введеного газу в простір 32 вдвної фури 28 для створення потоку продувного газу. Щонайменше один додатковий вихідний отвір з'єднаний з другою лінією 42, яка проходить у радіальному напрямку та яка з'єднана з першим отвором 21 для створення газового потоку для визначення положення.

На Фіг. 2 показано вигляд спереду пристрою 10, зокрема пристрою 10 за Фіг. 1. На Фіг. 3 показано вигляд у перспективі пристрою 10, зокрема пристрою за Фіг. 1 та/або Фіг. 2. Як видно на кресленні, пристрій 10 містить два затискні пристрої 70, які дають змогу швидко й легко замінити вдвну фурму 28 без застосування будь-яких інструментів. Кожен із затискних пристроїв 70 містить затискний засіб, який прикладає зусилля стискання до фланцю вдвної фури 28 і фланцю центрального корпусу 72, притискаючи їх разом в осьовому напрямку, коли затискні пристрої 70 перебувають у закритому положенні. Кожен затискний пристрій 70 містить ручку 71, яку можна повертати, щоб відкрити затискні пристрої 70 для заміни вдвної фури 28 і

закрити затискні пристрої 70 для прикріплення вдувної фурми 28 без застосування будь-яких інструментів.

На Фіг. 5 схематично показано деталь з іншої конфігурації заглибного пристрою, де канал 20 подачі виконаний у вигляді трубки 29 подачі й розташований поруч із вдивною фурмою 28. Вдувна фурма 28 є прямою для подачі дроту 50 з оптичним осердям прямим шляхом у напрямку до розтопу. Канал 29 подачі має вигнуту ділянку 26 для економії простору. Місцеположення 25 розташоване між прямою ділянкою 24, представленою вдивною фурмою 28, і вигнутою ділянкою 26. Осьове положення першого отвору 21 і другого отвору 22 та, таким чином, входу в лінію 30 продувного газу, а також з'єднання лінії 34 детектора знаходиться в місцеположенні 25 або поблизу нього. Газ під тиском розділяється на потік продувного газу всередині вдувної фурми 28 і газовий потік 38, який підлягає вимірюванню. Газ, який утворює газовий потік 38, тиск або витрату якого слід виміряти, надходить через перший отвір 21. Положення отворів 21, 22 також можна поміняти місцями. Отвори 21, 22 вирівняні співвісно й розташовані в протилежних положеннях поперечного перерізу каналу 20 подачі та вдувної фурми 28.

На Фіг. 6 зображена електродугова піч (EAF) 60 із заглибним пристроєм 10. EAF 60 містить резервуар 62, який містить розтоп 64 металу, знімну кришку 68 і платформу 67, розташовану збоку резервуара 62. Точка входу в резервуар 62, через яку дріт 50 з оптичним осердям вводять у резервуар 62, розташована на платформі 67. Заглибний пристрій 10 також розташований на платформі 67. На Фіг. 6 взаємне розташування заглибного пристрою та EAF показано схематично. Однак заглибний пристрій зазвичай виконаний із можливістю фіксації на платформі 67 таким чином, щоб трубка 29 подачі, вдувна фурма 28 і передній кінець 52 залишалися нерухомими, коли резервуар 62 нахиляється під час роботи.

Дріт 50 з оптичним осердям намотано на котушку 76. Його переміщують, тобто розмотують із котушки 76 і намотують назад на котушку 76 за допомогою засобу 74 переміщення. Засіб 74 переміщення містить ролик для переміщення дроту 50 з оптичним осердям і може містити серводвигун для надання руху щонайменше одному з роликів. Між засобом 74 переміщення та вдивною фурмою 28 прокладається дріт 50 з оптичним осердям усередині каналу 20 подачі. Канал 20 подачі має вигнуту ділянку 26 і пряму ділянку 24, спрямовану до резервуара 62. Канал подачі містить трубку 29 подачі й напрямний канал, утворений центральним корпусом заглибного пристрою 10. Для наочності засоби визначення не показані на цьому кресленні.

Перелік посилальних позицій

Заглибний пристрій	10
Канал подачі	20
Перший отвір	21
Другий отвір	22
Пряма ділянка	24
Місцеположення	25
Вигнута ділянка	26
Вдувна фурма	28
Трубка подачі	29
Лінія продувного газу	30
Простір	32
Лінія детектора	34
Газовий потік	38
Роздільник потоку	40
Перша лінія	41
Друга лінія	42
Сопло Лавалля	44
Дріт з оптичним осердям	50
Передній кінець	52
Електродугова піч	60
Резервуар	62
Розтоп	64
Платформа	67
Кришка	68
Затискний пристрій	70
Ручка	71
Центральний корпус	72

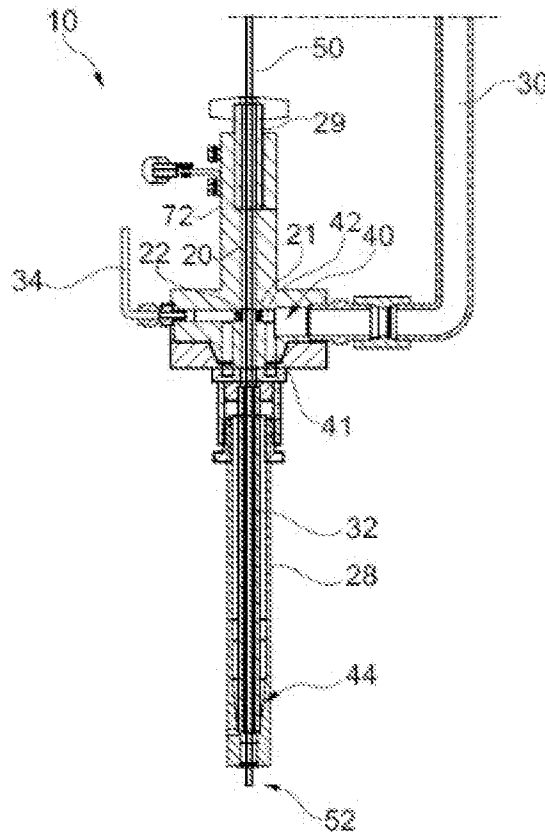
Засіб переміщення	74
Котушка	76

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 5 1. Заглибний пристрій (10) для вимірювання температури розтопу (64) металу всередині резервуара (62) електродугової печі (60) за допомогою дроту (50) з оптичним осердям, причому заглибний пристрій (10) містить вдвуну фурму (28) для вдунання продувного газу в точку входу в резервуар (62) і засіб визначення для визначення положення дроту (50) з оптичним осердям, причому дріт (50) з оптичним осердям можна переміщувати в каналі (20) подачі та/або у вдвуній
- 10 фурмі (28) відносно точки входу, який **відрізняється** тим, що засіб визначення виконаний із можливістю визначення присутності переднього кінця (52) дроту (50) з оптичним осердям у вдвуній фурмі (28) або поблизу неї, у заданому положенні вдвунної фурми (28) та/або каналу (20) подачі, біля з'єднання вдвунної фурми (28) з каналом (20) подачі та/або між вдвунною фурмою (28) та каналом (20) подачі.
- 15 2. Заглибний пристрій (10) за попереднім пунктом, який **відрізняється** тим, що засіб визначення містить детектор для вимірювання властивості газового потоку (38), причому детектор, зокрема, виконаний із можливістю вимірювання витрати газового потоку (38), швидкості газового потоку (38) та/або тиску газу в газовому потоці (38).
- 20 3. Заглибний пристрій (10) за п. 1, який **відрізняється** тим, що засіб визначення містить індуктивний датчик для визначення присутності дроту (50) з оптичним осердям.
4. Заглибний пристрій (10) за одним із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що заглибний пристрій (10) містить засіб (74) переміщення для переміщення дроту (50) з оптичним осердям у каналі (20) подачі та/або у вдвуній фурмі (28) відносно точки входу.
- 25 5. Заглибний пристрій (10) за попереднім пунктом, який **відрізняється** тим, що засіб (74) переміщення виконаний із можливістю подачі дроту (50) з оптичним осердям від котушки (76) і намотування невикористаного волокна на котушку (76).
6. Заглибний пристрій (10) за п. 2 або 4, або 5, який **відрізняється** тим, що канал (20) подачі або вдвунна фурма (28) мають перший отвір (21) і другий отвір (22), причому засіб подачі газу виконаний з можливістю з'єднання із першим отвором (21) для введення газу під тиском у перший отвір (21) і причому детектор з'єднаний із другим отвором (22) за допомогою лінії (34) детектора.
- 30 7. Заглибний пристрій (10) за попереднім пунктом, який **відрізняється** тим, що перший отвір (21) і другий отвір (22) співвісно вирівняні,
- 35 причому перший отвір (21) і другий отвір (22), зокрема, розташовані в протилежних положеннях поперечного перерізу каналу (20) подачі або вдвунної фурми (28), відповідно.
8. Заглибний пристрій (10) за одним із двох попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що канал (20) подачі має пряму ділянку (24), розташовану поруч із вдвунною фурмою (28), і вигнуту ділянку (26), розташовану поруч із прямою ділянкою (24), причому перший отвір (21) і другий отвір (22) розташовані поблизу місцеположення (25), у якому сходяться пряма ділянка (24) і вигнута ділянка (26), або
- 40 вдвунна фурма (28) є прямою для подачі дроту (50) з оптичним осердям уздовж прямого шляху в напрямку до розтопу (64), а канал (20) подачі має вигнуту ділянку (26), розташовану поруч із вдвунною фурмою (28), причому перший отвір (21) і другий отвір (22) розташовані поблизу місцеположення, у якому сходяться вдвунна фурма (28) і канал (20) подачі.
- 45 9. Заглибний пристрій (10) за одним із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що заглибний пристрій (10) містить лінію (30) продувного газу для з'єднання джерела газу високого тиску з вдвунною фурмою (28) для створення першого потоку продувного газу у вдвунній фурмі (28) у напрямку до розтопу (64).
- 50 10. Заглибний пристрій (10) за попереднім пунктом, який **відрізняється** тим, що кінець вдвунної фурми (28), спрямований у напрямку до розтопу (64), виконаний у вигляді сопла (44) Лавалля.
11. Заглибний пристрій (10) за одним із семи попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що заглибний пристрій (10) містить пристрій керування для керування переміщенням переднього кінця (52) дроту (50) з оптичним осердям у розтоп (64) та/або з розтопу (64) за допомогою
- 55 засобу (74) переміщення.
12. Заглибний пристрій (10) за попереднім пунктом, який **відрізняється** тим, що заглибний пристрій (10) виконаний таким чином, що засіб визначення виконаний з можливістю контролювати присутність дроту (50) з оптичним осердям у конкретному положенні під час

переміщення дроту (50) з оптичним осердям, а переміщення дроту (50) з оптичним осердям припиняють після того, як буде виявлено, що передній кінець (52) дроту (50) з оптичним осердям минув указане положення.

- 5 13. Спосіб визначення положення дроту (50) з оптичним осердям за допомогою заглибного пристрою (10) за одним із попередніх пунктів, який включає:
переміщення за допомогою засобу (74) переміщення дроту (50) з оптичним осердям у каналі (20) подачі та/або у вдувній фурмі (28),
визначення за допомогою засобу визначення, чи знаходиться передній кінець (52) дроту (50) з оптичним осердям у вдувній фурмі (28) або поблизу неї, у заданому положенні вдувної фурми (28) та/або каналу (20) подачі.
- 10 14. Спосіб за попереднім пунктом, де заглибний пристрій (10) містить перший отвір (21) і другий отвір (22) в каналі (20) подачі або у вдувній фурмі (28), а засіб визначення містить детектор, який з'єднаний із другим отвором (22), причому етап визначення включає:
введення газу під тиском у перший отвір (21), і
15 визначення за допомогою детектора властивості газового потоку (38).
- 15 15. Спосіб за одним із двох попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що етап переміщення включає витягування дроту (50) з оптичним осердям із розтопу (64) з першою швидкістю, припинення переміщення з витягуванням і переміщення дроту (50) з оптичним осердям вперед у напрямку до розтопу (64) з другою швидкістю, яка є нижчою, ніж перша швидкість, де присутність дроту (50) з оптичним осердям визначають під час переміщення з витягуванням і під час переміщення вперед.
- 20



Фіг. 1

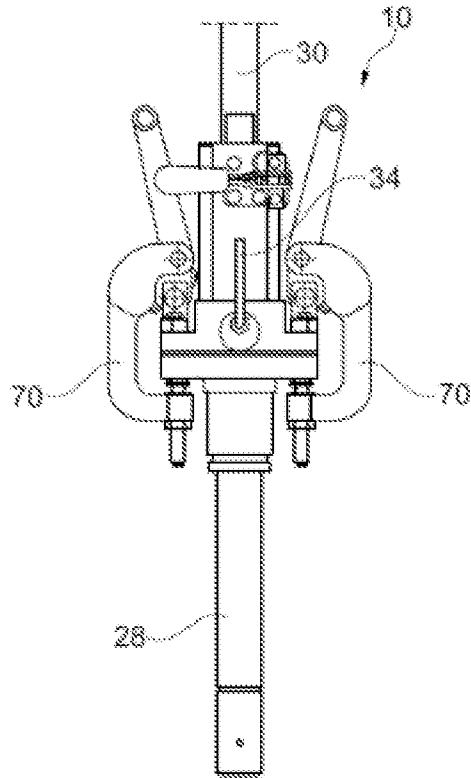


Fig. 2

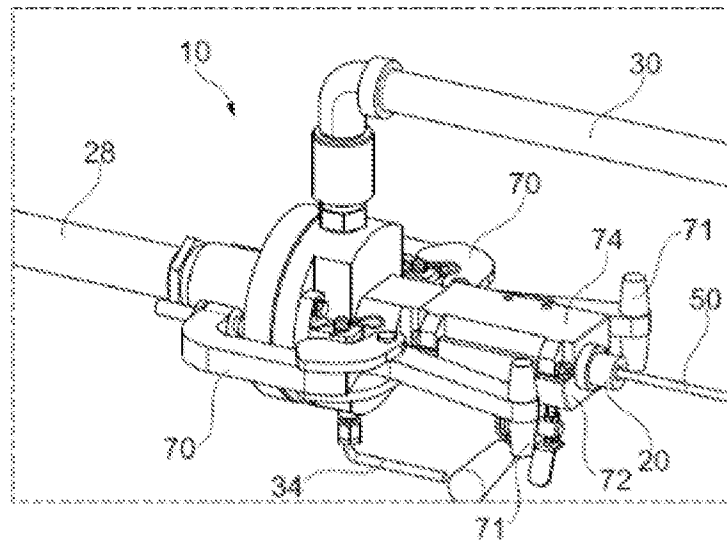


Fig. 3

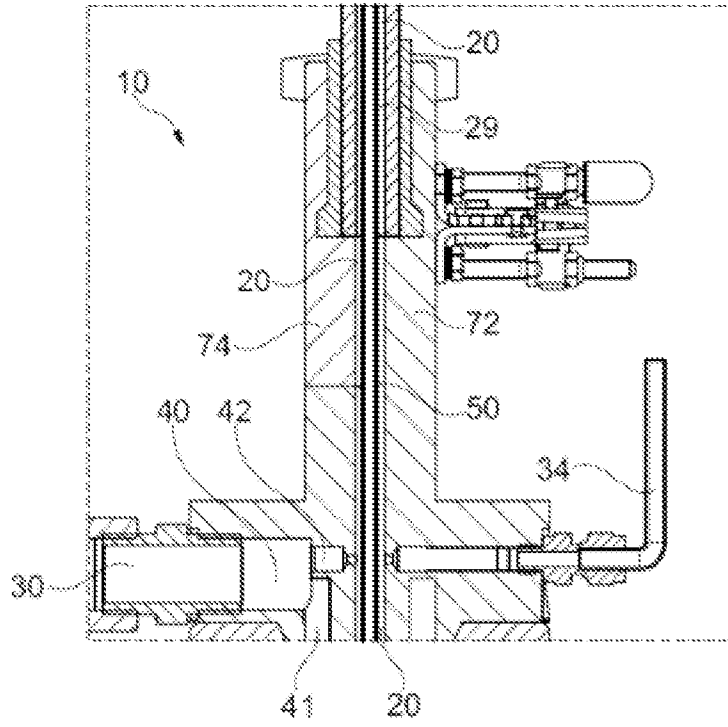


Fig. 4

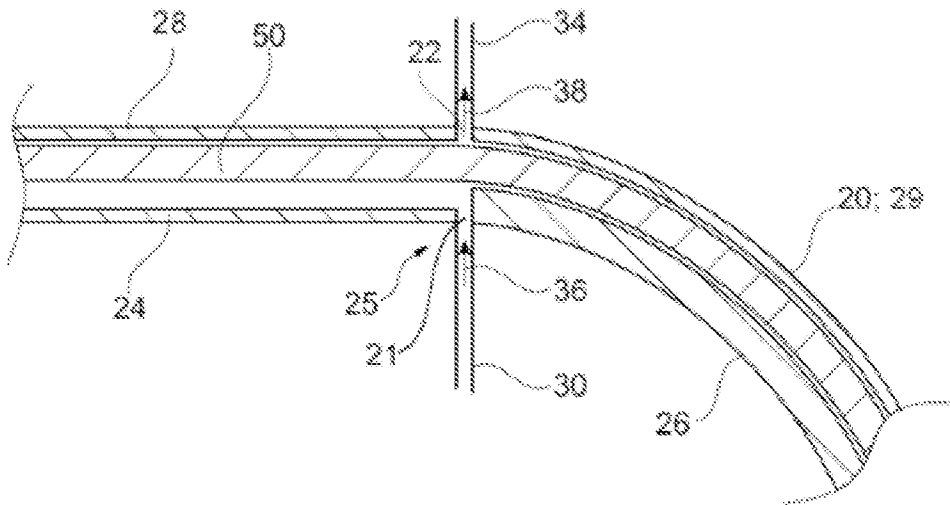
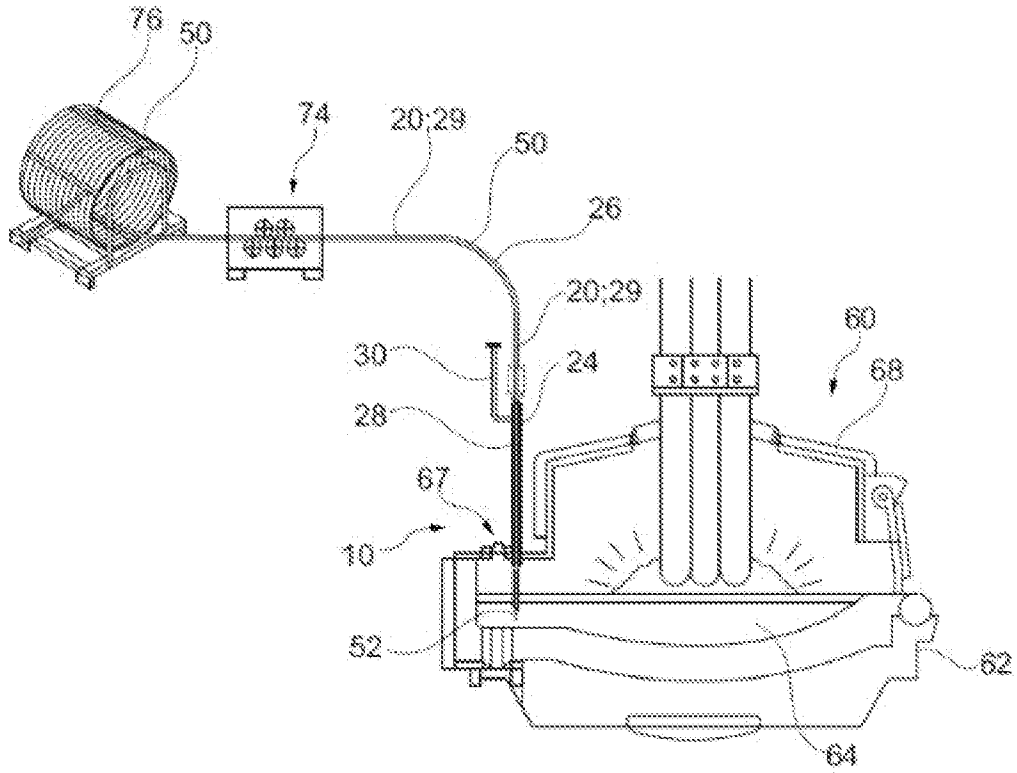


Fig. 5



Фиг. 6