



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **131128** (13) **C2**
(51) МПК (2026.01)**G01J 5/00****G01J 5/02** (2022.01)**G01J 5/0821** (2022.01)**G01K 1/12** (2006.01)**G01K 1/14** (2021.01)**G02B 6/44** (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 2024 00824	(72) Винахідник(и): Янссен Герт (BE), ван Влірберге Міхель (BE), Вранцкс Люк (BE)
(22) Дата подання заявки: 28.07.2022	(73) Володілець (володільці): ХЕРАУС ЕЛЕКТРО-НАЙТ ІНТЕРНЕТНЛ Н.В., Centrum-Zuid 1105, 3530 Houthalen, Belgium (BE)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 13.08.2026	(74) Представник: Петров Андрій Володимирович, реєстр. №139
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 21193152.2	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: EP 3051262 A1, 03.08.2016 AU 2014250666 C1, 15.12.2016
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 26.08.2021	
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: EP	
(41) Публікація відомостей про заявку: 14.08.2024, Бюл.№ 33	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 12.08.2026, Бюл.№ 32	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: PCT/EP2022/071185, 28.07.2022	

(54) ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ І СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ВАННИ З РОЗПЛАВЛЕННЯМ МЕТАЛОМ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПТИЧНОГО ПРИСТРОЮ**(57) Реферат:**

Цей винахід стосується вимірювального пристрою для вимірювання температури ванни з розплавленим металом, що містить оптичний пристрій, засіб виявлення, блок зберігання оптичного пристрою, поворотну опору блока зберігання оптичного пристрою, засіб переміщення, засіб випрямлення, корпус і напрямну систему, з'єднану з корпусом. Корпус вміщує засіб виявлення, блок зберігання оптичного пристрою, поворотну опору блока зберігання оптичного пристрою, засіб переміщення та засіб випрямлення. Засіб переміщення виконаний із можливістю подачі та втягування оптичного пристрою і містить щонайменше один двигун для переміщення вперед і назад поворотної опори блока зберігання оптичного пристрою та засіб подачі для подачі оптичного пристрою, який приводиться в дію щонайменше одним двигуном для переміщення вперед і назад. Винахід також стосується способу, який включає застосування відповідного вимірювального пристрою для вимірювання температури ванни з

UA 131128 C2

розплавленням металом.

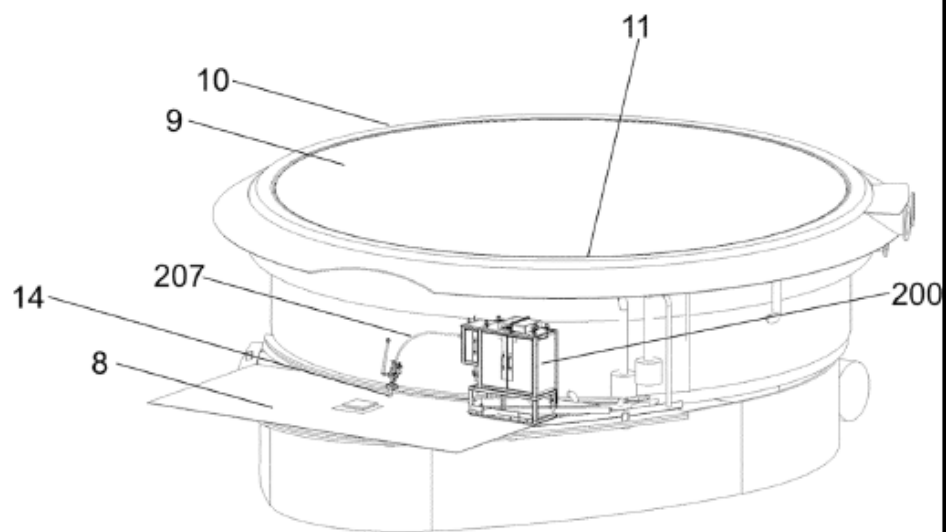


Fig. 2

Цей винахід стосується вимірювального пристрою для вимірювання температури ванни з розплавленим металом, що містить оптичний пристрій, засіб виявлення, блок зберігання оптичного пристрою, поворотну опору блоку зберігання оптичного пристрою, засіб переміщення, засіб випрямлення, корпус і напрямну систему, з'єднану з корпусом. Корпус вміщує засіб виявлення, блок зберігання оптичного пристрою, поворотну опору блоку зберігання оптичного пристрою, засіб переміщення та засіб випрямлення. Засіб переміщення виконаний із можливістю подачі та втягування оптичного пристрою і містить щонайменше один двигун для переміщення вперед і назад поворотної опори блоку зберігання оптичного пристрою та засіб подачі для подачі оптичного пристрою, який приводиться в дію щонайменше одним двигуном для переміщення вперед і назад. Винахід також стосується способу, який включає застосування відповідного вимірювального пристрою для вимірювання температури ванни з розплавленим металом.

Температура ванни з розплавленим металом у металургійному резервуарі є важливим параметром у процесі виготовлення металу, який визначає якість одержаного продукту. Зазвичай вимірювання температури розплавленого металу здійснюють з використанням добре відомих занурювальних термопар, як-от описані в US 2993944 A. Такі термопари можуть бути занурені оператором за допомогою сталевий жердини з адаптованою електричною проводкою та з'єднаннями для передачі сигналу термопари у відповідні контрольно-вимірювальні прилади. Крім того, на цей час застосовується багато автоматичних механічних систем занурення термопари для забезпечення занурення термопари. Ще один можливий спосіб вимірювання температури ванни з розплавленим металом, зокрема заліза або сталі, в плавильному середовищі електродугової печі (EAF - англ. Electric arc furnace) включає занурення оптичного волокна в розплавлений метал. Оптичне волокно може бути виконане у вигляді по суті нескінченного волокна, яке намотується на котушку та розмотується для проведення вимірювання. Для вимірювання температури ванни з розплавленим металом таке оптичне волокно подають в металургійний резервуар, звідки воно може передавати теплове випромінювання, прийняте від розплавленого металу, на детектор, де оптичний сигнал перетворюється на значення температури. Після вимірювання оптичне волокно можна втягнути.

Точність отримуваних результатів і відсутність спотворень таких вимірювань залежать від декількох параметрів.

Один критичний параметр являє собою стан оптичного волокна в момент часу, коли виконується вимірювання. У жорстких умовах проведення вимірювань на металургійному підприємстві оптичне волокно піддається впливу факторів, які погіршують його стан. Тому таке оптичне волокно зазвичай оточене захисною оболонкою, наприклад металеву трубку. Оптичне волокно, оточене металеву трубку, також часто називають кабелем з оптоволоконною серцевиною або волокном у металевій трубці (FIMT — англ.: fiber in metal tube). Оптичні пристрої, що містять такі оптичні волокна та додаткові захисні засоби, як-от додаткова металева трубка або додатковий шар захисного матеріалу, були розроблені й, наприклад, описані в US 2007268477 A1 і JP H10176954 A. Залежно від конструкції такого оптичного пристрою зазначені захисні засоби ефективно захищають оптичне волокно від теплових впливів, але при цьому можуть бути чутливі до інших зовнішніх фізичних факторів.

Було виявлено, що іншою важливою частиною процесу вимірювання є точна подача оптичного пристрою. Подача включає прискорення й уповільнення та визначається кінцевою швидкістю. Зокрема, пристрої з відносно невеликим поперечним перерізом і тонкими металевими трубками чутливі до тертя та ударів, що призводять до пошкодження оптичного волокна всередині оптичного пристрою. Крім того, ці види оптичних пристроїв необхідно подавати досить швидко, щоб досягти достатньої глибини занурення у ванну з розплавленим металом до їхнього руйнування та пошкодження через вимірювальне середовище. Це потребує високих швидкостей подачі та високих швидкостей прискорення і сповільнення. Таким чином, ці крихітні оптичні пристрої створюють додаткові проблеми для технічного обладнання занурювальних пристроїв.

Ілюстративний занурювальний пристрій для подачі оптичних пристроїв описано в EP 3051262 A1. Оптичний пристрій, зокрема FIMT, подають з котушки за допомогою двох систем подачі, які приводяться в дію двигуном, через занурену напрямну трубку, причому зазначений занурювальний пристрій також підходить для втягування оптичного пристрою. Постійний натяг створюють за допомогою навантаження. Хоча описаний винахід вирішує проблему можливого зворотного пружинення при втягуванні оптичного пристрою, він прикладає до кабелю високі розтягувальні зусилля, що може призвести до пошкодження. Крім того, зазначена система не має автономності, оскільки кожне вимірювання вимагає нової трубки, що екранує, і є вимогливою до займаного простору.

Рішення, яке також вимагає постійного натягу оптичного пристрою, розкрито в JP H09101206 A. Занурювальний пристрій містить два засоби подачі, які виконані з можливістю подачі вперед і назад і які працюють послідовно і незалежно один від одного. Зазначений пристрій додатково містить петльовий пристрій, яким спрямовується оптичний пристрій під час його занурення.

Зазвичай занурювальні пристрої встановлюють на деякій відстані від резервуара з розплавленим металом, оскільки доступний простір поруч із резервуаром обмежений, а навколишнє середовище вимогливе до температури і потенційно може призвести до пошкодження пристрою. Оптичні пристрої нового покоління менш стійкі до впливів, яким вони можуть піддаватися в таких середовищах, тому бажано їхнє захищене розміщення якомога ближче до місця їхньої експлуатації.

У EP 1966573 A1, наприклад, вирішується проблема теплового навантаження на вимірювальні системи шляхом розміщення компонентів у теплоізованому корпусі. Описаний пристрій потребує багато місця і має бути розміщений на певній відстані від резервуару.

З урахуванням попереднього рівня техніки існує потреба у вимірювальному пристрої, який дозволяє точно занурювати крихкий оптичний пристрій для отримання результатів із високою точністю, а також у способі його застосування.

Таким чином, мета цього винаходу полягає в тому, щоб запропонувати вимірювальний пристрій для вимірювання температури ванни з розплавленим металом, який вирішує щонайменше одну з описаних вище проблем. Зокрема, одна з цілей полягає в тому, щоб запропонувати вимірювальний пристрій, який дозволяє занурювати крихкий оптичний пристрій із мінімальним тертям і скручуванням пристрою та його внутрішнього оптичного волокна з високою точністю та керованістю. Крім того, мета полягає в тому, щоб запропонувати вимірювальний пристрій, який забезпечує вимірювання за допомогою оптичного пристрою в постійній точці поверхні ванни з розплавленим металом при повторюваних циклах занурення. Додатковий аспект мети цього винаходу полягає в тому, щоб запропонувати вимірювальний пристрій, який зводить до мінімуму кількість незахищеного оптичного пристрою під час занурення і, таким чином, надійно працює незалежно від обставин, що супроводжують вимірювання. Додатковий аспект цього винаходу полягає в тому, щоб запропонувати вимірювальний пристрій, який дозволяє працювати з мінімальним технічним обслуговуванням.

Додаткова мета цього винаходу полягає в тому, щоб запропонувати спосіб, який включає застосування вимірювального пристрою для вимірювання температури ванни з розплавленим металом.

Ці цілі досягаються за допомогою об'єкта винаходу, визначеного у незалежних пунктах формули винаходу.

У цьому винаході запропоновано вимірювальний пристрій для вимірювання температури ванни з розплавленим металом, що містить оптичний пристрій, засіб виявлення, блок зберігання оптичного пристрою, поворотну опору блоку зберігання оптичного пристрою, засіб переміщення, засіб випрямлення, корпус і напрямну систему, з'єднану з корпусом. Оптичний пристрій містить оптичне волокно, оточене з боків внутрішньою та зовнішньою металевими трубками, причому зовнішня металева трубка має зовнішній діаметр в діапазоні від 2 мм до 8 мм і товщину стінки в діапазоні від 0,1 мм до 0,6 мм. Корпус містить засіб виявлення, блок зберігання оптичного пристрою, поворотну опору блоку зберігання оптичного пристрою, засіб переміщення і засіб випрямлення. Засіб переміщення виконаний із можливістю подачі та втягування оптичного пристрою і містить щонайменше один двигун для переміщення вперед і назад поворотної опори блоку зберігання оптичного пристрою та засіб подачі для подачі оптичного пристрою, який приводиться в дію щонайменше одним двигуном для переміщення вперед і назад.

Крім того, у цьому винаході запропоновано спосіб вимірювання температури ванни з розплавленим металом за допомогою вимірювального пристрою згідно з цим винаходом.

Переважні варіанти здійснення визначені у залежних пунктах формули винаходу. Переважні варіанти здійснення можуть бути реалізовані окремо або в будь-якій можливій комбінації.

В умовах металургійного підприємства, особливо при застосуванні електродугової печі (ЕАФ), вимоги до частих надійних вимірювань температури є дуже високими. Під час обробки розплавленого металу може виникнути безліч проблем, які можуть впливати на встановлений вимірювальний пристрій та вимірювання, що проводяться з його допомогою. Ці проблеми включають події та ефекти всередині металургійного резервуара, як, наприклад, неоднорідний розплав металу з нерозплавленими частинами, поза резервуаром, у напрямній системі або навіть ефекти магнітного та електричного поля. У процесі експлуатації до резервуару з розплавом металу не можна наблизитися ні для огляду, ні для втручання.

Несподівано було виявлено, що якість даних вимірювання залежить від сумісності оптичного пристрою із засобом переміщення, який застосовується для його переміщення, та відповідної конфігурації відносно інших компонентів вимірювального пристрою. Під терміном "якість" у цьому контексті мається на увазі отримана точність вимірювання порівняно з даними, отриманими за допомогою застосування стандартної занурювальної термопари. Було доведено, що вимірювальний пристрій згідно з цим винаходом особливо підходить для подачі та втягування оптичного пристрою з відносно тонкою зовнішньою металевою оболонкою, не піддаючи оптичний пристрій впливу сил розтягування, тертя або вигину.

Вимірювання зазвичай включає послідовність стадій, під час яких оптичний пристрій спочатку переміщують у напрямку до розплаву металу і в нього, де проводиться вимірювання, а потім від розплаву металу з декількома швидкостями і протягом декількох періодів часу. Зокрема, подача, втягування та змотування оптичного пристрою, що подається на рухомо розташованому блоці зберігання, були ідентифіковані як фактор, який суттєво впливає на надійність отримуваних даних. Вимірювальний пристрій згідно з цим винаходом дозволяє застосовувати широкий спектр складних схем вимірювання, необхідних для різних обставин, що виникають на металургійному підприємстві зі швидкими змінами між швидкостями та напрямками подачі.

Крім того, конфігурація компонентів вимірювального пристрою, що має ознаки винаходу, дозволяє отримати пристрій, який не є вимогливим щодо технічного обслуговування.

У винаході запропоновано вимірювальний пристрій для вимірювання температури ванни з розплавленим металом.

У контексті цього документа термін "ванна з розплавленим металом" застосовують для опису розплаву в печі, зокрема в резервуарі. Альтернативним терміном для "ванни з розплавленим металом", відомим фахівцю в цій галузі, є "розплав металу". Розплавлений метал у ванні із розплавленим металом не має конкретних обмежень. Згідно з переважним варіантом здійснення розплавлений метал являє собою розплавлену сталь. Термін "ванна з розплавленим металом" не виключає наявності будь-яких твердих або газоподібних компонентів, включно з, наприклад, нерозплавленими компонентами відповідного металу. Ванна з розплавленим металом може бути вкрита шаром шлаку. Термін "шлак" стосується неметалічних побічних продуктів, які часто утворюються в сталеплавильних печах і зазвичай присутні у вигляді розплавленого матеріалу, що плаває поверх розплавленого металу. Шлак може включати оксиди металів, сульфід металів, оксид кальцію, оксид магнію, магнезит, доломіт, оксид заліза, оксид алюмінію, оксид марганцю, кремнезем, сірку, фосфор або їхню комбінацію.

Температура розплавів металів відрізняється і зазвичай залежить від складу металу та стадії процесу плавлення. Згідно з одним переважним варіантом здійснення температура ванни з розплавленим металом перебуває в діапазоні 1500-1800 °C і більш переважно в діапазоні 1500-1700 °C.

Ванна з розплавленим металом, температуру якої необхідно виміряти, розташована у резервуарі, зокрема у резервуарі електродугової печі.

Вимірювальний пристрій згідно з цим винаходом містить оптичний пристрій, який містить оптичне волокно, оточене з боків внутрішньою та зовнішньою металевою трубкою, тобто щонайменше дві металеві трубки оточують оптичне волокно з боків.

Переважно оптичне волокно являє собою гнучке прозоре волокно. Оптичні волокна найчастіше використовують як засіб передачі світла, особливо в діапазоні довжин хвиль ІЧ-випромінювання, між двома кінцями волокна. Переважно оптичне волокно утворене зі скла або пластику, більш переважно з кварцового скла. Переважно оптичне волокно вибирають із групи, що складається з волокон із плавно змінним показником заломлення і одномодових волокон зі ступінчасто змінним показником заломлення.

Оптичне волокно оточене з боків внутрішньою металевою трубкою. Переважно оптичне волокно розташоване по центру у внутрішній металевій трубці.

Внутрішня металева трубка може повністю охоплювати оптичне волокно або вона може бути щонайменше частково відкрита таким чином, щоб корпус не повністю оточував оптичне волокно.

Переважно метал внутрішньої металевої трубки, що оточує оптичне волокно з боків, являє собою залізо, сталь або нержавіючу сталь, зокрема нержавіючу сталь марки 304 або 316.

Переважно внутрішня металева трубка має зовнішній діаметр в діапазоні від 1 мм до 3 мм. Товщина стінки внутрішньої металевої трубки може перебувати в діапазоні від 0,1 мм до 0,3 мм.

Оптичне волокно також оточене з боків зовнішньою металевою трубкою, яка має зовнішній діаметр в діапазоні від 2 мм до 8 мм і товщину стінки в діапазоні від 0,1 мм до 0,6 мм.

Переважно зовнішній діаметр зовнішньої металевої трубки перебуває в діапазоні від 2 мм до 7 мм, більш переважно в діапазоні від 3 мм до 6 мм.

Переважно товщина стінки зовнішньої металевої трубки перебуває в діапазоні від 0,2 мм до 0,6 мм, більш переважно в діапазоні від 0,2 мм до 0,5 мм.

5 Переважно метал зовнішньої металевої трубки, що оточує оптичне волокно, являє собою залізо, або сталь, або нержавіючу сталь, зокрема нержавіючу сталь марки 304 або 316.

Переважно внутрішня металева трубка розташована по центру в зовнішній металевій трубці.

10 Переважно зовнішня металева трубка не перебуває в контакті з внутрішньою металевою трубкою. Більш переважно порожній простір між цими щонайменше двома металевими трубками щонайменше частково заповнено матеріалом, вибраним із групи, що складається з газоподібних або твердих матеріалів або їхньої комбінації. Твердий матеріал переважно вибирають із групи, що складається з неорганічних матеріалів, природних полімерів, синтетичних полімерів та їхніх комбінацій. Газоподібний матеріал переважно являє собою газ

15 або суміш газів. Більш переважно газ являє собою повітря або інертний газ.

Згідно з одним переважним варіантом здійснення оптичного пристрою містить множину розділових елементів, розташованих навколо внутрішньої металевої трубки і в зовнішній металевій трубці, з утворенням щонайменше одного відділення між розділовими елементами. У цьому випадку термін "відділення" стосується об'єму між різними розділовими елементами в

20 зовнішній металевій трубці. Термін "розділові елементи" стосується компонентів, які розташовані всередині зовнішньої металевої трубки і розділяють об'єм всередині зовнішньої металевої трубки. Переважно розділові елементи являють собою дископодібні елементи, які розташовані всередині зовнішньої металевої трубки, що містять отвір, через який проходять оптичне волокно та внутрішня металева трубка. Матеріал розділових елементів переважно

25 вибирають із групи, що складається з силікону, переважно двокомпонентного силікону, каучуку, шкіри, пробки, металу та їхніх комбінацій.

У переважному варіанті здійснення внутрішня металева трубка, що оточує оптичне волокно, оточена додатковим шаром. Відповідно до конкретного переважного елемента додатковий шар містить множину частин, переважно волокон.

30 У додатковому переважному варіанті здійснення матеріал щонайменше одного додаткового шару має форму полотна, сітки, ткані або в'язаної структури.

Переважно щонайменше один додатковий шар містить неметалевий матеріал, найбільш переважно органічний матеріал.

35 В одному переважному варіанті здійснення лінійна густина оптичного пристрою перебуває в діапазоні 25-80 г/м, більш переважно в діапазоні 35-70 г/м. Лінійна густина визначається як маса на одиницю довжини.

Слід розуміти, що оптичний пристрій може містити будь-яку комбінацію описаних вище конфігурацій.

40 Загальна довжина оптичного пристрою може перебувати в діапазоні від 300 м до 1000 м. Оскільки оптичний пристрій витрачається під час вимірювань, він стає коротшим під час роботи вимірювального пристрою, зазвичай на довжину від 30 до 70 см за кожну послідовність вимірювань, залежно від температури ванни з розплавленим металом та застосовуваного протоколу вимірювань.

45 Відповідно, оптичний пристрій має занурювальний кінець та протилежний кінець. Передній наконечник оптичного пристрою являє собою наконечник занурювального кінця оптичного пристрою, тобто передній наконечник оптичного пристрою являє собою кінець, занурений у ванну з розплавленим металом для вимірювання температури.

50 Під час роботи вимірювального пристрою оптичний пристрій витрачається в напрямку від занурювального кінця до протилежного кінця, і після кожної послідовності вимірювань інша частина оптичного пристрою буде являти собою занурювальний кінець, тобто передній наконечник знову генерується після кожної послідовності вимірювання. У контексті цього документа термін "витрата" стосується руйнування оптичного пристрою, як-от, наприклад, плавлення оптичного пристрою за допомогою впливу ванни з розплавленим металом і його розчинення у ванні з розплавленим металом, розкладання або згоряння оптичного пристрою

55 повністю або його різних компонентів тощо. Протилежний кінець може бути з'єднаний із засобом виявлення і не витрачатиметься під час вимірювання. У типовому сценарії вимірювання випромінювання, що випускається ванною з розплавленим металом, особливо в діапазоні довжин хвиль ІЧ-випромінювання, передається за допомогою оптичного волокна оптичного пристрою в засіб виявлення. Інтенсивність та/або спектральна інформація випромінювання

60 можуть бути оброблені блоком обробки, з'єднаним із засобом виявлення, для отримання

температури розплавленого металу. Блок обробки може бути підключений до людино-машинного інтерфейсу, наприклад монітора та клавіатури.

Вимірювальний пристрій додатково містить засіб виявлення.

Засіб виявлення переважно з'єднаний з оптичним пристроєм, зокрема з протилежним кінцем оптичного пристрою. Засіб виявлення виконаний із можливістю прийому переданого оптичним пристроєм світлового сигналу, зокрема в діапазоні довжин хвиль ІЧ-випромінювання.

Переважно засіб виявлення являє собою детектор, зокрема пірометр.

Засіб виявлення може містити електричні контакти. Електричні контакти переважно виконані з можливістю з'єднання з блоком зберігання оптичного пристрою.

Переважно засіб виявлення з'єднаний із засобом перетворення прийнятого сигналу, зокрема з аналого-цифровим перетворювачем (АЦП).

Засіб виявлення може додатково містити засіб подачі живлення.

Додаткові засоби можуть бути розташовані між оптичним пристроєм і засобом виявлення при їх з'єднанні, як-от модові фільтри або організатори волокон.

Вимірювальний пристрій також містить блок зберігання оптичного пристрою.

Переважно блок зберігання оптичного пристрою є обертально-симетричним. Наприклад, блок зберігання оптичного пристрою може являти собою котушку, бобіну, барабан або картридж.

Розмір блоку зберігання оптичного пристрою може характеризуватись його зовнішнім діаметром і/або його зовнішнім колом. Переважно блок зберігання оптичного пристрою має зовнішній діаметр в діапазоні від 40 см до 80 см, більш переважно в діапазоні від 50 см до 70 см.

Блок зберігання оптичного пристрою зазвичай містить циліндричну серцевину. Циліндрична серцевина може характеризуватись її зовнішнім колом і/або її діаметром. Блок зберігання оптичного пристрою також може містити додаткові компоненти, наприклад дископодібні або кільцеподібні бічні панелі, встановлені з обох боків циліндричної серцевини. Такі панелі можуть мати такий самий або більший діаметр, ніж циліндричний сердечник, в останньому випадку утворюючи крайку, що проходить від циліндричного сердечника. У таких випадках зовнішній діаметр блоку зберігання оптичного пристрою більший за діаметр циліндричної серцевини блоку зберігання оптичного пристрою. Зазначені панелі можуть мати або не мати форму сітки.

Переважно циліндрична серцевина блоку зберігання оптичного пристрою має діаметр в діапазоні від 30 см до 70 см, більш переважно в діапазоні від 35 см до 65 см, найбільш переважно в діапазоні від 40 см до 60 см.

Блок зберігання може бути порожнистим, тобто містити внутрішній простір. Іншими словами, блок зберігання може містити трубчасту частину.

Переважно оптичний пристрій розташований щонайменше частково на блоці зберігання оптичного пристрою, переважно на циліндричній серцевині блоку зберігання оптичного пристрою. Частина оптичного пристрою, розміщена на блоці зберігання, називається змотаною частиною оптичного пристрою. Частина оптичного пристрою, не розташована на блоці зберігання, називається розмотаною частиною оптичного пристрою.

Під час роботи вимірювального апарату оптичний пристрій подається та втягується, що також викликає розмотування та змотування частин оптичного пристрою, іншими словами, змотана частина та розмотана частина оптичного пристрою постійно змінюються у процесі роботи.

Розмотана частина оптичного пристрою може утворювати шлях занурення оптичного пристрою, тобто "шлях занурення" оптичного пристрою може бути утворений як шлях, який проходить кожне прирощення розмотаної частини оптичного пристрою. Іншими словами, шлях занурення починається в блоці зберігання оптичного пристрою та закінчується на передньому наконечнику оптичного пристрою. Слід розуміти, що шлях занурення переважно визначається компонентами та засобами вимірювального пристрою, за допомогою яких оптичний пристрій керується та подається. Переважно шлях занурення починається всередині корпусу в блоці зберігання оптичного пристрою і проходить крізь засіб подачі, засіб випрямлення і напрямну систему. Таким чином, перша секція шляху занурення розташована всередині корпусу, а друга секція шляху занурення розташована зовні корпусу. Зокрема, друга секція розташована всередині напрямної системи. Після виходу із напрямної системи шлях занурення може містити щонайменше одну додаткову секцію. Під час роботи вимірювального пристрою зазначена щонайменше одна додаткова секція може, зокрема, являти собою секцію між випускним отвором напрямної системи і точкою, в якій передній наконечник оптичного пристрою занурений у ванну з розплавленим металом.

Переважно перші дві секції занурення повністю укладені всередині корпусу та напрямної

системи. Іншими словами, розмотана частина оптичного пристрою повністю покрита компонентами вимірювального пристрою до її виходу з випускного отвору напрямної системи. Таким чином, під час роботи можна забезпечити максимальний захист та керування оптичним пристроєм.

5 Переважно шлях занурення не містить заламаних ділянок. Іншими словами, шлях занурення вигнутий без наявності зламів.

10 Переважно шлях занурення не має кривини з радіусом, меншим, ніж 200-кратний зовнішній діаметр оптичного пристрою. Радіус кривини утворюється радіусом уявного кола, яке найкраще апроксимує криву в точці. Така конфігурація забезпечує можливість занурення оптичного пристрою без надмірного згинання та застосування відповідних сил, які могли б призвести до пластичної деформації та пошкоджень.

15 Змотана частина оптичного пристрою може бути розташована на блоці зберігання оптичного пристрою намотаним чином. Іншими словами, змотана частина оптичного пристрою розташована щонайменше в одному намотуванні, переважно у множині намотувань, на блоці зберігання оптичного пристрою. У такій конфігурації змотана частина оптичного пристрою містить внутрішнє намотування та зовнішнє намотування і необов'язково намотування між ними. Внутрішнє намотування також може називатися першим намотуванням, а зовнішнє намотування також може називатися останнім намотуванням. Слід розуміти, що діаметр внутрішнього намотування може відповідати діаметру циліндричної серцевини блоку зберігання оптичного пристрою.

20 Переважно шлях занурення починається в кінці зовнішнього намотування, тобто в точці, з якої оптичний пристрій більше не розташований на блоці зберігання. Переважно діаметр внутрішнього намотування оптичного пристрою дорівнює або менше за діаметр зовнішнього намотування оптичного пристрою.

25 Переважно намотування оптичного пристрою розташовані накладеними один на одного шарами на блоці зберігання оптичного пристрою. Переважно внутрішній шар містить внутрішнє намотування, а зовнішній шар містить зовнішнє намотування. Може бути бажано, щоб розмотана частина оптичного пристрою починалася із зовнішнього шару. Іншими словами, шлях занурення оптичного пристрою починається від найвіддаленішої від центру частини оптичного пристрою, розташованого на блоці зберігання. Таким чином, коли оптичний пристрій переміщається за допомогою засобу переміщення вздовж шляху занурення, він переміщається з найвіддаленішої від центру точки змотаної частини оптичного пристрою на блоці зберігання. Зазначена конфігурація забезпечує контрольовану подачу та втягування оптичного пристрою під час роботи.

35 У переважному варіанті здійснення протилежний кінець оптичного пристрою з'єднаний з блоком зберігання оптичного пристрою, іншими словами, оптичний пристрій має фіксований кінець, з'єднаний з блоком зберігання, і вільний кінець. Під час роботи вимірювального пристрою вільний кінець буде переднім наконечником оптичного пристрою, а фіксований кінець буде протилежним кінцем.

40 Може бути бажано, щоб блок зберігання оптичного пристрою був змінним. Таким чином, він може бути замінений після того, як оптичний пристрій витратився у процесі роботи вимірювального пристрою.

45 Блок зберігання оптичного пристрою може містити засіб виявлення, іншими словами, засіб виявлення розташований на блоці зберігання оптичного пристрою, в ньому або поруч із ним. Зокрема, засіб виявлення може бути розташований у порожнистому просторі блоку зберігання оптичного пристрою. Слід розуміти, що у цьому випадку засіб виявлення переміщується під час переміщення блоку зберігання. Така конфігурація додатково забезпечує компактну конструкцію вимірювального пристрою. Крім того, така конфігурація дозволяє калібрувати оптичний пристрій та засіб виявлення до встановлення блоку зберігання оптичного пристрою у варіантах здійснення, в яких блок зберігання є змінним.

50 Блок зберігання оптичного пристрою може містити засіб для взаємодії із засобом, що міститься в поворотній опорі блоку зберігання, іншими словами блок зберігання оптичного пристрою і поворотна опора блоку зберігання оптичного пристрою можуть містити засоби, сумісні один з одним. Такі засоби можуть бути виконані з можливістю створення механічної або електричної взаємодії між блоком зберігання оптичного пристрою і поворотною опорою блоку зберігання. Такі сумісні засоби дозволяють точно керувати переміщенням блоку зберігання оптичного пристрою, викликаним переміщенням поворотної опори, і додатково підвищують компактність конструкції вимірювального пристрою.

60 Блок зберігання оптичного пристрою може містити засіб електричного з'єднання. Зокрема, коли блок зберігання оптичного пристрою містить засіб виявлення, засіб електричного

з'єднання, що забезпечується блоком зберігання оптичного пристрою, додатково підвищує компактність конструкції вимірювального пристрою. Такий засіб електричного з'єднання може бути виконаний із можливістю передачі сигналу або передачі даних, подачі живлення та/або обміну даними з блоком аналізу.

5 Блок зберігання оптичного пристрою може містити засіб механічного з'єднання, виконаний із можливістю взаємодії із засобом механічного з'єднання, що міститься у поворотній опорі блоку зберігання оптичного пристрою. Такий засіб механічного з'єднання виконаний із можливістю забезпечення надійної установки блоку зберігання на поворотній опорі, особливо під час переміщення поворотної опори.

10 Блок зберігання оптичного пристрою також може містити засіб блокування, тобто засіб, який забезпечує можливість блокування блоку зберігання на поворотній опорі блоку зберігання оптичного пристрою. Переважно поворотна опора блоку зберігання оптичного пристрою містить засіб блокування, виконаний з можливістю взаємодії із засобом блокування блоку зберігання оптичного пристрою в такому варіанті здійснення. Такі взаємодіючі засоби блокування переважно виконані з можливістю фіксації блоку зберігання на поворотній опорі блоку зберігання оптичного пристрою.

15 Блок зберігання оптичного пристрою може містити засіб орієнтації. Засіб орієнтації виконаний із можливістю забезпечення простої та керованої установки блоку зберігання оптичного пристрою на поворотній опорі блоку зберігання, а також забезпечення відповідної орієнтації блоку зберігання оптичного пристрою на поворотній опорі. Переважно поворотна опора блоку зберігання містить засіб орієнтації, виконаний із можливістю взаємодії із засобом орієнтації блоку зберігання в такому прикладі. Така конфігурація дозволяє точно керувати переміщенням блоку зберігання оптичного пристрою під час його приведення в дію шляхом переміщення поворотної опори.

20 Переважно блок зберігання оптичного пристрою містить засіб ідентифікації. Такий засіб забезпечує просте з'єднання з інформацією про оптичний пристрій, що зберігається в блоці оптичного пристрою, наприклад даними калібрування або довжини. Засіб ідентифікації блоку зберігання може бути вибраний із групи, що містить друкований засіб, наприклад штрих-коди або QR-коди, або електронний засіб, наприклад чипи або мітки RFID, маркування та їхні комбінації.

25 Вимірювальний пристрій також містить поворотну опору блоку зберігання оптичного пристрою, на якій може бути встановлений блок зберігання оптичного пристрою. Зазначена конфігурація вимагає, щоб поворотна опора блоку зберігання була встановлена в нестационарній конфігурації, тобто вона встановлена таким чином, щоб її можна було переміщати, особливо повертати.

30 Крім того, поворотна опора блоку зберігання оптичного пристрою виконана з можливістю переміщення за допомогою двигуна. Слід розуміти, що в такій конфігурації переміщення поворотної опори блоку зберігання, тобто обертання, призводить до повороту блоку зберігання оптичного пристрою. Іншими словами, приведення в дію поворотної опори безпосередньо призводить до приведення в дію блоку зберігання оптичного пристрою. Зазначена конфігурація дозволяє оптичному пристрою не витягуватися з блоку зберігання, а висуватися вперед.

35 Поворотна опора блоку зберігання оптичного пристрою може бути виконана з однієї частини або множини частин. Наприклад, частина або частини можуть являти собою форму стрижня, форму бруска або колеса. Поперечний переріз частини або частин може мати будь-яку геометричну форму, наприклад круглу, еліптичну, квадратну або прямокутну форму. У переважному варіанті здійснення діаметр частини або частин збільшується в бік одного напрямку, іншими словами, частина або частини не мають однакового діаметра.

40 Поворотна опора блоку зберігання оптичного пристрою може містити засіб електричного з'єднання. Таким чином, можна додатково підвищити компактність конструкції вимірювального пристрою.

50 Поворотна опора блоку зберігання оптичного пристрою може містити засіб орієнтації. Засіб орієнтації виконаний із можливістю забезпечення простої та керованої установки блоку зберігання оптичного пристрою, а також забезпечення відповідної орієнтації блоку зберігання на поворотній опорі. Крім того, він забезпечує з'єднання без напруги електричних з'єднань між блоком зберігання оптичного пристрою і поворотною опорою.

55 Поворотна опора блоку зберігання оптичного пристрою може містити засіб блокування, тобто засіб, який забезпечує можливість блокування блоку зберігання оптичного пристрою на поворотній опорі.

60 Вимірювальний пристрій містить засіб переміщення, виконаний із можливістю подачі та втягування оптичного пристрою. Під засобом переміщення слід розуміти засіб, виконаний з

можливістю активного забезпечення переміщення оптичного пристрою. Для переміщення оптичного пристрою необхідно деякою мірою встановити механічний контакт між засобом переміщення та оптичним пристроєм. Зокрема, засіб переміщення виконаний із можливістю приведення в дію опори блоку зберігання оптичного пристрою та подачі оптичного пристрою.

5 Засіб переміщення також може переміщати оптичний пристрій у протилежному напрямку, наприклад втягувати його. Зазвичай оптичний пристрій втягується у напрямку від ванни з розплавленим металом після завершення послідовності вимірювання. Слід розуміти, що засіб переміщення забезпечує переміщення оптичного пристрою вздовж шляху занурення. Подача згідно з цим винаходом означає переміщення оптичного пристрою під час роботи зазвичай у бік ванни з розплавленим металом. Втягування слід розуміти як переміщення у протилежному напрямку. Подача пов'язана з розмотуванням оптичного пристрою з блоку зберігання, а втягування пов'язане зі змотуванням на блок зберігання, тобто переміщенням щонайменше частини раніше розмотаного оптичного пристрою.

10 Зокрема, засіб переміщення може бути виконаний із можливістю переміщення оптичного пристрою з мінімальним впливом на оптичний пристрій сил тертя або скручування. Під час переміщення передній наконечник оптичного пристрою може бути занурений нижче за поверхню ванни з розплавленим металом, де може бути отримана інформація про температуру.

20 Крім того, засіб переміщення може бути виконаний із можливістю регулювання швидкості подачі оптичного пристрою. Швидкість подачі, тобто швидкість, з якою переміщується прирощення оптичного пристрою, може перебувати в діапазоні від 0,1 до 5,0 м/с.

Засіб переміщення може також бути виконаний із можливістю регулювання прискорення оптичного пристрою. Прискорення швидкості подачі може становити до 25 м/с². Швидке прискорення забезпечує точне керування подачею та втягуванням оптичного пристрою.

25 Засіб переміщення містить щонайменше один двигун для переміщення вперед і назад поворотної опори блоку зберігання оптичного пристрою.

Двигун для приведення в дію поворотної опори блоку зберігання оптичного пристрою забезпечує ефективний і керований обертальний рух блоку зберігання. Двигун для приведення в дію поворотної опори блоку зберігання може змінювати швидкість обертання за необхідності та діє як частина механізму регулювання швидкості подачі.

Щонайменше один двигун для приведення в дію поворотної опори блоку зберігання може являти собою серводвигун та/або містити сервопривід для контролю за положенням двигуна.

35 Засіб переміщення містить засіб подачі оптичного пристрою. Засіб подачі приводиться в дію за допомогою щонайменше одного двигуна для переміщення вперед і назад. Двигун для приведення в дію засобу подачі може змінювати швидкість переміщення оптичного пристрою за необхідності і являє собою додаткову частину механізму регулювання швидкості подачі.

Для забезпечення подачі оптичний пристрій спрямовується крізь засіб подачі, іншими словами, шлях занурення проходить крізь засіб подачі. Переважно засіб подачі перебуває в контакт з оптичним пристроєм.

40 Засіб подачі може бути виконаний із можливістю переміщення оптичного пристрою прямолінійно, тобто без обертального, викривленого або вигнутого руху. Іншими словами, шлях занурення оптичного пристрою під час проходження засобу подачі є прямим.

У переважному варіанті здійснення довжина шляху занурення між блоком зберігання оптичного пристрою і засобом подачі перебуває в діапазоні від 10 см до 100 см. Таким чином, довжина розмотаної частини оптичного пристрою на шляху занурення зводиться до мінімуму.

Щонайменше один двигун для приведення в дію засобу подачі може бути виконаний із можливістю виявлення блокування на шляху занурення або з нього.

Щонайменше один двигун для приведення в дію засобу подачі може являти собою серводвигун та/або містити сервопривід для контролю за положенням двигуна.

50 Переважно засіб подачі містить щонайменше одну пару обернених один до одного коліс. Переважно щонайменше одна пара обернених один до одного коліс приводиться в дію за допомогою щонайменше одного двигуна засобу подачі, тобто всі колеса або щонайменше одне колесо обертаються за допомогою двигуна. Колеса переважно розташовані так, щоб стискати оптичний пристрій. Таким чином, оптичний пристрій приводиться в дію за рахунок обертання коліс у відповідь на приведення в дію засобу подачі двигуном.

55 Колеса засобу подачі можуть мати кільцеві канавки, виконані з можливістю розміщення оптичного пристрою. Найбільш придатна форма та геометрія канавок коліс залежать від оптичного пристрою, що застосовується для вимірювання температури. Переважно канавки коліс мають U-подібну форму. Поверхня канавок коліс може мати пласку або рифлену поверхню. Така конфігурація дозволяє здійснювати подачу оптичного пристрою без ковзання.

Переважно канавки коліс мають діаметр, який більший за діаметр оптичного пристрою. Переважно канавки коліс мають діаметр аж до 5 % більше за зовнішній діаметр оптичного пристрою. Бажано, щоб глибина канавок коліс була меншою за діаметр оптичного пристрою. Переважно канавки коліс мають глибину аж до 5 % менше за діаметр оптичного пристрою.

5 Переважно канавки коліс мають діаметр аж до 5 % більше за зовнішній діаметр оптичного пристрою і глибину аж до 5 % менше за діаметр оптичного пристрою. Таким чином, порожній простір, утворений канавками, коли пара зазначених коліс розташована в конфігурації з підгонкою або близькою до підгонки конфігурації, має еліптичну форму. Таким чином, оптичний пристрій стискається під час операцій подачі та втягування.

10 Відповідно до переважного варіанта здійснення засіб подачі може містити більше однієї пари коліс.

Більше однієї пари коліс засобу подачі можуть мати однакові або різні конфігурації.

У переважному варіанті здійснення щонайменше одна пара коліс засобу подачі підпружинена. Іншими словами, щонайменше одне з коліс встановлено нерухомо, а щонайменше одне інше колесо розташоване навпроти нерухомого колеса і виконане з

15 можливістю переміщення та утримується в положенні пружною пружиною. Підпружинена конфігурація забезпечує оптимальне напрямну систему оптичного пристрою без застосування непотрібних сил стиснення. Переважно тиск стиснення, що чиниться підпружиненими колесами, є регульованим.

20 Вимірювальний пристрій може додатково містити засіб управління, виконаний із можливістю управління роботою щонайменше одного двигуна для переміщення вперед і назад поворотної опори блоку зберігання оптичного пристрою і щонайменше двигуна для переміщення вперед і назад засобу подачі. Зокрема, засіб управління може являти собою електронний пристрій управління, як-от мікроконтролер, програмований логічний контролер (PLC - англ.:

25 programmable logic controller) або комп'ютер.

Переважно засіб управління виконаний із можливістю координації роботи щонайменше одного двигуна для переміщення вперед і назад поворотної опори блоку зберігання оптичного пристрою і щонайменше одного двигуна для переміщення вперед і назад засобу подачі. Координація в цьому контексті означає, що жоден із двигунів не приводиться в дію окремо. Це

30 приведення не обов'язково має бути синхронізовано, тобто ініціюватися точно в той самий момент часу. Також може бути бажаним, щоб переміщення одного з двигунів починалося за певний період часу до переміщення іншого двигуна. Така координація дозволяє здійснювати керовану подачу та втягування оптичного пристрою без утворення некерованої вільної довжини. Така вільна довжина може утворювати петлі або провисання, які можуть призвести до блокування шляху занурення або втрати точного керування зануренням.

35 Крім того, вимірювальний пристрій містить засіб випрямлення. Засіб випрямлення являє собою компонент, який може здійснювати випрямлення та/або обертання тільки за рахунок взаємодії, зокрема сил тертя, з оптичним пристроєм. Переважно випрямлення виконується шляхом пластичної деформації оптичного пристрою. Слід розуміти, що шлях занурення

40 оптичного пристрою проходить через засіб випрямлення.

Переважно засіб випрямлення не приводиться в дію двигуном. Засіб випрямлення без приводу від двигуна дозволяє створити вимірювальний пристрій з мінімальною кількістю компонентів, що взаємодіють з оптичним пристроєм, який повинен активно координуватися або синхронізуватися, та забезпечує надійну роботу вимірювального пристрою.

45 Переважно засіб випрямлення може бути виконаний із можливістю підтримки прямого контакту з оптичним пристроєм із двох протилежних сторін. У такій конфігурації засіб випрямлення можна розуміти як напіввипрямляючий засіб, оскільки зазвичай засіб випрямлення перебуває в контакті з оптичним пристроєм з більш ніж двох протилежних сторін.

Переважно засіб випрямлення містить щонайменше два колеса, переважно більше двох коліс. В одному варіанті здійснення щонайменше два колеса розташовані вздовж шляху занурення оптичного пристрою з деякою відстанню, тобто їхні осі обертання не розташовані на загальній осі, перпендикулярній шляху занурення.

50

Пара або пари коліс засобу випрямлення можуть мати однакові або різні конфігурації.

Переважно засіб випрямлення розташований за засобом переміщення на шляху занурення, зокрема за засобом подачі. Іншими словами, оптичний пристрій спрямовується та/або переміщається крізь засіб випрямлення після того, як він був спрямований та/або переміщений крізь засіб подачі вздовж шляху занурення. Таким чином, оптичний пристрій активно переміщається лише поблизу з положенням зберігання на блоці зберігання.

У переважному варіанті здійснення довжина шляху занурення між засобом подачі і засобом

60 випрямлення перебуває в діапазоні від 10 см до 100 см. Таким чином, довжина розмотаної

частини оптичного пристрою на шляху занурення зводиться до мінімуму.

Переважно колеса засобу подачі розташовані під кутом від 70° до 90° до засобу випрямлення без приводу від двигуна. Кут між двома засобами слід розуміти як кут між їхніми центральними осями. Відповідна центральна вісь являє собою вісь, перпендикулярну шляху занурення.

Вимірювальний пристрій містить корпус. Під терміном "корпус" слід розуміти оболонку, яка захищає свою внутрішню частину від зовнішнього впливу і, відповідно, ушкоджень, які в цьому випадку можуть зупинити процес подачі та втягування оптичного пристрою. Зокрема, на металургійних підприємствах навколишнє середовище може бути агресивним, наприклад, через властиві процесу високі температури і повсюдну присутність бруду та брухту.

Корпус містить засіб виявлення, блок зберігання оптичного пристрою, поворотну опору блоку зберігання оптичного пристрою, засіб переміщення і засіб випрямлення. Це забезпечує компактну конструкцію вимірювального пристрою. Несподівано було виявлено, що комбінація зазначеної компактної конструкції з конфігурацією засобу переміщення, тобто активного приведення в дію поворотної опори блоку зберігання в поєднанні з переміщенням блоку зберігання оптичного пристрою, засобу подачі, що активно приводиться в дію, та суміжного випрямлення, є суттєвою для керованого занурення оптичного пристрою із відносно тонкою зовнішньою металевою трубкою.

Слід розуміти, що корпус також покриває щонайменше частину оптичного пристрою, зокрема, змотану частину. Переважно щонайменше секції розмотаної частини, тобто шляхи занурення, закриті корпусом.

Переважно корпус містить щонайменше один отвір, крізь який може переміщатися оптичний пристрій.

Переважно висота корпусу відповідає зовнішньому діаметру блоку зберігання оптичного пристрою. Переважно висота корпусу перебуває в діапазоні від 1,2 до 2 зовнішніх діаметрів блоку зберігання оптичного пристрою, переважно в діапазоні від 1,3 до 1,8 рази.

Корпус може мати дверцята для зручності технічного обслуговування або безпеки.

Корпус може бути теплоізований. Стінки корпусу можуть бути двошаровими. У переважному варіанті здійснення порожній простір між двошаровою стінкою корпусу заповнений вогнестійким матеріалом.

Корпус може бути забезпечений засобом акліматизації, як-от для охолодження та обігріву. У переважному варіанті здійснення корпус піддається кондиціюванню повітря. Таким чином корпус захищений від перегріву. Перегрів може порушити процес подачі та втягування оптичного пристрою. Крім того, кондиціювання повітря запобігає конденсації.

У переважному варіанті здійснення корпус містить отвір для підключення газу, тобто корпус може перебувати під тиском або продуватися. Зазначений варіант здійснення дозволяє додатково захистити внутрішню частину корпусу від проникнення навколишнього середовища, як-от частинок пилу та бруду.

Переважно корпус містить щонайменше одну шафу.

У переважному варіанті здійснення корпус містить шафу, зокрема, що містить перше доступне відділення для блоку зберігання та поворотної опори блоку зберігання оптичного пристрою, засіб переміщення та засіб випрямлення, і друге відділення для електричного обладнання вимірювального пристрою. Таким чином, засіб переміщення, блок зберігання та відповідно змотана частина оптичного пристрою відокремлені від інших компонентів. Перше відділення доступне кінцевому користувачеві і, таким чином, не закривається, наприклад, за допомогою замка. У результаті кінцевий користувач може вставити або замінити блок зберігання оптичного пристрою за необхідності.

Переважно друге відділення, що містить електричне обладнання вимірювального пристрою, закрите, наприклад, за допомогою дверного замка. У результаті електрообладнання добре захищене, що дозволяє уникнути пошкодження, як-от через неправильне використання.

В одному варіанті здійснення блок зберігання та поворотна опора блоку зберігання оптичного пристрою та всі компоненти засобу переміщення розташовані в одній шафі, тобто не в окремих блоках. Блок зберігання та компоненти засобу переміщення, зокрема засіб подачі та засіб випрямлення, можуть бути розташовані у різних відділеннях однієї шафи.

В одному варіанті здійснення блок зберігання оптичного пристрою та поворотна опора для блоку зберігання оптичного пристрою, компоненти засобу переміщення та засобу випрямлення щонайменше частково розташовані в різних шафах, тобто в окремих блоках. Переважно зазначені окремі блоки з'єднані за допомогою з'єднувальної трубки. Така конфігурація забезпечує модульну конструкцію вимірювального пристрою.

Вимірювальний пристрій згідно з цим винаходом також містить напрямну систему. Під

напрямною системою слід розуміти систему, яка пасивно спрямовує оптичний пристрій, не переміщуючи його активно та не впливаючи на нього. Іншими словами, напрямна система не містить двигунів, засобів подачі або засобів випрямлення. Напрямна система виконана з можливістю забезпечення захисту оптичного пристрою від навколишнього середовища одразу після його переміщення з корпусу. Напрямна система служить для направлення оптичного пристрою у ванну з розплавленим металом і/або з ванни з розплавленим металом усередині резервуару. Слід розуміти, що шлях занурення проходить крізь напрямну систему й, отже, визначається її конфігурацією та геометричною формою. Напрямна система містить впускний отвір і випускний отвір для забезпечення подачі крізь нього оптичного пристрою.

Один кінець напрямної системи може містити занурювальний кінець у напрямку подачі шляху занурення. Занурювальний кінець може бути розташований усередині резервуара, що містить ванну з розплавленим металом. Тому бажано, щоб він був виконаний з можливістю витримування умов усередині такого резервуару. Термін "виконаний з можливістю витримування таких умов" має на увазі стійкість до температур, наприклад, розплавленої сталі.

Переважно занурювальний кінець напрямної системи розташований над ванною з розплавленим металом, температуру якої необхідно виміряти. Іншими словами, оптичний пристрій поринає у ванну з розплавленим металом зверху.

Переважно, шлях занурення оптичного пристрою спочатку проходить крізь засіб подачі, потім крізь засіб випрямлення, а потім крізь напрямну систему.

Перевагою є те, що кривина напрямної системи виконана з можливістю направлення оптичного пристрою без згинання або зламу. Іншими словами, напрямна система спрямовує шлях занурення оптичного пристрою таким чином, що оптичний пристрій спрямовується з мінімальним впливом згинальних сил. Переважно мінімальний радіус кривини напрямної системи в 4 рази перевищує радіус внутрішнього намотування оптичного пристрою на блоці зберігання оптичного пристрою.

Переважно напрямна система містить щонайменше одну секцію, яка є прямою, тобто не вигнутою. Переважно остання секція напрямної системи є прямою, тобто секцією перед випускним отвором напрямної системи.

Переважно напрямна система має круглий поперечний переріз у її поздовжньому напрямку.

Переважно співвідношення внутрішнього діаметра напрямної системи та діаметра зовнішньої металевої трубки оптичного пристрою не перевищує 2, зокрема співвідношення перебуває в діапазоні від 1,2 до 1,9.

Напрямна система з'єднана з корпусом. Така конфігурація забезпечує занурення оптичного пристрою без непокритих ділянок щонайменше перших двох секцій шляху занурення.

Переважно напрямна система з'єднана з корпусом за допомогою з'єднувача. З'єднувач забезпечує модульну конструкцію вимірювального пристрою.

У переважному варіанті здійснення напрямна система містить щонайменше два окремі компоненти, які роз'ємно з'єднані один з одним. Така конфігурація забезпечує модульну конструкцію вимірювального пристрою, забезпечуючи можливість очищення та усунення несправностей.

Переважно напрямна система містить щонайменше одну напрямну трубку. Якщо напрямна система містить більше однієї напрямної трубки, може бути бажано, щоб більш ніж одна напрямна трубка могла бути з'єднана з можливістю від'єднання.

У переважному варіанті здійснення щонайменше одна напрямна трубка виконана з металу.

Переважно співвідношення внутрішнього діаметра щонайменше однієї напрямної трубки та діаметра зовнішньої металевої трубки оптичного пристрою не перевищує 2, зокрема співвідношення перебуває в діапазоні від 1,2 до 1,9.

У переважному варіанті здійснення внутрішній діаметр щонайменше однієї напрямної трубки становить менше 20 мм, переважно менше 16 мм. Переважно внутрішній діаметр щонайменше однієї напрямної трубки перебуває в діапазоні від 4 мм до 20 мм, більш переважно в діапазоні від 4 мм до 18 мм.

Переважно мінімальний радіус кривини шляху занурення більше ніж у 10 разів більше за внутрішній діаметр щонайменше однієї напрямної трубки, більш переважно в 30 разів більше, найбільш переважно в 50 разів більше. Таке співвідношення забезпечує можливість занурення оптичного пристрою без згинання.

Переважно мінімальний радіус кривини щонайменше однієї напрямної трубки в 4 рази перевищує радіус внутрішнього намотування оптичного пристрою на блоці зберігання оптичного пристрою.

Переважно довжина щонайменше однієї напрямної трубки становить не більше 200 см, переважно не більше 100 см.

Переважно напрямна система містить систему введення. У такій конфігурації система введення містить останню секцію шляху занурення оптичного пристрою до занурення у ванну з розплавленим металом.

Система введення переважно виконана зі сталі та/або керамічного матеріалу.

5 Переважно система введення закінчується прямою ділянкою, тобто оптичний пристрій не вигнутий перед входом у ванну з розплавленим металом. Таким чином, оптичний пристрій може бути занурений уздовж прямого шляху занурення у ванну з розплавленим металом і відведений із ванни з розплавленим металом. Механічні властивості оптичного пристрою змінюються через тепло, якому оптичний пристрій піддається під час вимірювання температури та/або подальшого охолодження. Зокрема, підвищується його гнучкість. Напрямок оптичного пристрою без вигину на останній ділянці шляху занурення дозволяє уникнути постійної деформації і, таким чином, зношування, напруги і тертя оптичного пристрою, потрапляння матеріалу, що перебуває всередині резервуара, та блокування системи введення. Крім того, також запобігається небажане переміщення оптичного пристрою.

15 У переважному варіанті здійснення напрямна система містить щонайменше одну напрямну трубку та систему введення, які з'єднані між собою. Така конфігурація забезпечує занурення оптичного пристрою з мінімальною частиною незахищених секцій на шляху занурення. Переважно система введення з'єднана з щонайменше однією напрямною трубкою за допомогою з'єднувача.

20 Переважно щонайменше одна напрямна трубка має пряму частину, суміжну із системою введення, тобто шлях занурення не вигнутий у цій секції.

Переважно система введення містить впускний отвір для газу, який може бути з'єднаний із засобом подачі газу. Таким чином система занурення може продуватися газом під час роботи.

25 Переважно система введення містить вдувну фурму. Вдувна фурма являє собою фурму, через яку в металургійний резервуар можна подавати продувний газ. Це може сприяти запобіганню потраплянню металу, шлаку та/або забруднень у систему введення. Продувний газ додатково охолоджує вдувну фурму та/або оптичний пристрій усередині неї.

30 Вдувну фурму зазвичай виконують прямою, тобто не викривленою, для спрямовування оптичного пристрою вздовж прямого шляху занурення у ванну з розплавленим металом. Вдувна фурма може бути виготовлена як одне ціле. Вдувну фурму, зокрема, розміщують коаксіально відносно напрямної системи та/або аксіально суміжно з напрямною системою.

В одному варіанті здійснення кінець вдувної фурми, який спрямований або може бути спрямований у резервуар та/або ванну з розплавленим металом, що міститься в ньому, виконаний у вигляді сопла Лавалля. Це дає змогу вводити потік продувного газу в резервуар із високою швидкістю та/або надзвуковою швидкістю. Таким чином, шлак, що покриває ванну з розплавленим металом під оптичним пристроєм, може бути зміщений до та/або під час занурення оптичного пристрою. Таким чином, блокування вдувної фурми та напрямної системи ускладнене. Крім того, оптичний пристрій охолоджується навіть усередині резервуара, завдяки чому збільшується його довговічність і забезпечується дуже точне вимірювання температури.

40 Вимірювальний пристрій може додатково містити засіб визначення положення переднього наконечника оптичного пристрою. Інформація про положення переднього наконечника оптичного пристрою додатково підвищує точність, з якою оптичний пристрій може бути занурений. Зокрема, в послідовностях вимірювань, які включають кілька стадій подачі і втягування оптичного пристрою з певними швидкостями занурення в певні проміжки часу, інформація про положення переднього наконечника оптичного пристрою може являти собою суттєвий вхідний параметр для забезпечення високої якості вимірювань.

45 Відповідний засіб визначення положення переднього наконечника оптичного пристрою додатково не обмежений, наприклад, засіб може являти собою засіб вимірювання або відрізання. Оскільки положення засобу всередині вимірювального пристрою відоме, це також дозволяє отримувати інформацію про положення переднього наконечника оптичного пристрою.

50 Переважно засіб визначення положення переднього наконечника оптичного пристрою розташований на напрямній системі, у ній або поруч із нею.

У варіантах здійснення, в яких вимірювальний пристрій містить засіб управління, зазначений засіб управління може бути виконаний із можливістю взаємодії із засобом визначення положення переднього наконечника оптичного пристрою.

55 Вимірювальний пристрій може містити засіб відрізання, виконаний із можливістю відрізання оптичного пристрою. Відрізання оптичного пристрою може стати необхідним, якщо відбудеться непередбачене блокування шляху занурення або необхідно створити новий передній наконечник оптичного пристрою. Відрізання також можна застосовувати для отримання інформації про положення переднього наконечника оптичного пристрою, тобто визначення

положення переднього наконечника оптичного пристрою. Переважно засіб відрізання розташований на напрямній системі, у ній або поруч із нею.

Вимірювальний пристрій може додатково містити засіб вимірювання для виявлення наявності оптичного пристрою. Виявлення наявності оптичного пристрою має на увазі отримання інформації щодо того, чи перебуває оптичний пристрій в певному положенні. Це може бути реалізовано за рахунок того, що частина засобу вимірювання перебуває у відомому фіксованому положенні всередині вимірювального пристрою. Засіб вимірювання, зокрема, може бути виконаний із можливістю виявлення положення переднього наконечника оптичного пристрою.

Засіб вимірювання може містити індуктивний датчик або датчик для вимірювання параметрів потоку газу.

У випадку датчика для вимірювання параметрів потоку газу засіб вимірювання, зокрема, виконаний із можливістю вимірювання витрати потоку газу, швидкості потоку газу і тиску газу в потоці газу. Таким чином, газовий потік використовують для визначення наявності оптичного пристрою. Зокрема, потік газу подається в напрямну систему або поблизу неї, так що наявність оптичного пристрою впливає на потік газу, наприклад, за рахунок блокування щонайменше частини шляху потоку газу. За допомогою вимірювання параметрів можна виявляти наявність оптичного пристрою. Напрямна система може містити відповідне джерело газу. З'єднаний з газовою лінією засіб вимірювання може бути розташований поблизу напрямної системи або у віддаленому положенні. Зазвичай газові лінії мають високу термостійкість.

В ілюстративному варіанті здійснення, в якому вимірювальний пристрій містить засіб керування, зазначений засіб керування може бути виконаний із можливістю керування засобом вимірювання. Перевагою є те, що засіб управління виконаний із можливістю управління роботою двигунів засобу переміщення у координаті із засобом вимірювання.

У додатковому варіанті здійснення вимірювальний пристрій може містити засіб контролю для контролю переміщення оптичного пристрою, наприклад кодер або індуктивні перемикачі. Такий засіб контролю може бути виконаний із можливістю контролю переміщення оптичного пристрою і таким чином забезпечує можливість порівняння передбачуваного переміщення з фактичним переміщенням оптичного пристрою. Таким чином, можна, як і раніше, вимірювати будь-яке зміщення оптичного пристрою, наприклад, через блокування, яке не може бути виявлено іншим чином.

Переважно засіб контролю розташований за засобом переміщення в напрямку шляху занурення. Це дозволяє особливо точно і без порушення контролювати переміщення оптичного пристрою і точно керувати зануренням. Засіб контролю може бути виконаний із можливістю контролю відстані, на яку оптичний пристрій переміщається від відомої початкової точки. Початкова точка може бути визначена за положенням переднього наконечника оптичного пристрою, виявленим за допомогою засобу визначення положення переднього наконечника оптичного пристрою, зокрема за допомогою засобу вимірювання. Таким чином, після вимірювання положення пристрій контролю забезпечує інформацію про відоме положення переднього наконечника під час наступного переміщення оптичного пристрою.

В ілюстративному варіанті здійснення, в якому вимірювальний пристрій містить засіб керування, зазначений засіб керування може бути виконаний із можливістю керування засобом контролю. Переважно засіб управління виконаний із можливістю порівняння положення оптичного пристрою, виявленого за допомогою засобу контролю, з положенням, виявленим серводвигуном засобу переміщення. Таким чином, можна визначати потенційне зміщення оптичного пристрою, блокування напрямної системи або високий знос або тертя.

Вимірювальний пристрій може містити блок аналізу для аналізу даних.

Вимірювальний пристрій також може включати панель керування, яка дозволяє користувачеві вводити дані або виконувати регулювання, наприклад, у вигляді елементів керування, як-от перемикачі, клавіатури або ручки. Панель управління переважно розташована на корпусі або поряд із ним.

Вимірювальний пристрій може включати засіб відображення, який може забезпечувати користувачу зворотний зв'язок. Засіб відображення переважно розташований на корпусі або поряд з ним.

Вимірювальний пристрій, зокрема, може бути встановлений стаціонарно. Переважно вимірювальний пристрій виконаний таким чином, що він може розташовуватись на зовнішній стінці металургійного резервуара або на платформі збоку металургійного резервуара, за наявності такої. При розміщенні на зовнішній стінці вимірювальний пристрій може бути встановлений на платформі ексцентричного випускного отвору (EBT - англ. eccentric bottom tap) або на бічній стінці металургійного резервуара. Таким чином, оптичний пристрій може

переміщуватись у резервуар зі стаціонарної точки. 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 проїму, яка по суті вирівняна у вертикальному напрямку.

5 Додатковий аспект цього винаходу являє собою спосіб вимірювання температури ванни з розплавленим металом за допомогою вимірювального пристрою згідно з цим винаходом.

Спосіб включає щонайменше такі стадії:

(i) подача оптичного пристрою;

(ii) вимірювання температури ванни з розплавленим металом;

10 (iii) втягування та змотування оптичного пристрою.

Усі ознаки, переваги та варіанти здійснення, згадані стосовно вимірювального пристрою згідно з цим винаходом, також стосуються вищезгаданого аспекту цього винаходу та способу й навпаки.

15 Несподівано було виявлено, що змотування оптичного пристрою в поєднанні з його втягуванням забезпечує більш високу надійність під час застосування вимірювального пристрою, особливо коли спосіб виконують кілька разів.

Спосіб включає подачу оптичного пристрою.

20 Слід розуміти, що стадія подачі включає роботу щонайменше одного двигуна для приведення в дію поворотної опори блоку зберігання оптичного пристрою і роботу щонайменше одного двигуна для переміщення вперед і назад засобу подачі.

25 Переважно робота щонайменше двох двигунів засобу переміщення скоординована. Перевагою є те, що робота щонайменше одного двигуна для переміщення вперед і назад поворотної опори блоку зберігання оптичного пристрою ініціюється до роботи щонайменше одного двигуна для переміщення вперед і назад засобу подачі. Таким чином, деяка довжина оптичного пристрою розмотується з блоку зберігання оптичного пристрою, перш ніж засіб подачі активно перемістить оптичний пристрій. Було виявлено, що така координована робота підвищує точність та надійність способу.

30 Спосіб включає вимірювання температури ванни з розплавленим металом. Для вимірювання температури реєструють випромінювання, що випускається ванною з розплавленим металом, особливо в діапазоні довжин хвиль ІЧ-випромінювання, і передають його в засіб виявлення за допомогою оптичного пристрою. Інтенсивність та/або спектральна інформація випромінювання можуть бути оброблені блоком обробки, з'єднаним із засобом виявлення.

На стадії вимірювання оптичний пристрій може щонайменше частково витрачатися.

35 Спосіб включає втягування та змотування оптичного пристрою. Слід розуміти, що змотування під час втягування пристрою означає, що довжина розмотаної частини оптичного пристрою, яка не була витрачена на стадії вимірювання, переміщається на блок зберігання оптичного пристрою. Хоча оптичний пристрій витрачається на передньому наконечнику, який розташований у ванні з розплавленим металом, а не поряд із блоком зберігання, довжина, що витрачається, безпосередньо впливає на довжину розмотаної частини оптичного пристрою, яка може бути змотана.

40 Слід розуміти, що стадія втягування і змотування включає роботу щонайменше одного двигуна для переміщення вперед і назад поворотної опори блоку зберігання оптичного пристрою і роботу щонайменше одного двигуна для переміщення вперед і назад засобу подачі.

45 Переважно спосіб згідно з цим винаходом виконують більше одного разу.

Переважно спосіб додатково включає щонайменше одну стадію визначення положення переднього наконечника оптичного пристрою. Визначення може бути виконано за допомогою засобу визначення положення переднього наконечника оптичного пристрою, розташованого у положенні визначення.

50 Визначення положення переднього наконечника оптичного пристрою може бути виконано до та/або під час стадії подачі оптичного пристрою.

55 Визначення положення переднього наконечника оптичного пристрою може бути виконано під час та/або після стадії втягування та змотування оптичного пристрою. Переважно передній наконечник оптичного пристрою відводиться в положення визначення. Таким чином, можна уникнути втягування оптичного пристрою далі, ніж потрібно.

60 Спосіб може додатково включати додаткову стадію втягування оптичного пристрою далі, ніж у положення визначення, зупинки втягування оптичного пристрою і подачі оптичного пристрою знову в положення визначення. Переважно швидкість переміщення втягування вище за швидкість переміщення подачі. Така додаткова стадія дозволяє точно позиціонувати оптичний пристрій, особливо передній наконечник. Зокрема, зазначена додаткова стадія є переважною,

коли спосіб виконується більше одного разу.

Ідея, що лежить в основі цього винаходу, буде детальніше описана нижче відносно ілюстративних варіантів здійснення, представлених на фігурах. Ознаки наведеного як приклад варіанта здійснення можуть бути об'єднані окремо або разом із заявленими об'єктами, якщо не зазначене інше. Заявлені об'єкти захисту не обмежуються наведеним як приклад варіантом здійснення.

У цьому документі запропоновано наступне.

На Фіг. 1 представлені схематичні види витратних оптичних пристроїв.

На Фіг. 2 представлена ілюстративна установка вимірювального пристрою.

На Фіг. 3 представлений ілюстративний вимірювальний пристрій згідно з цим винаходом.

На Фіг. 4 представлений детальний вид котушки, що містить пірометр.

На Фіг. 5 представлений спрощений вид вимірювального пристрою для ілюстрації шляху занурення оптичного пристрою та його кривини.

На Фіг. 6 А представлена можлива конфігурація системи подачі з двома парами роликів.

На Фіг. 6 Б представлена можлива конфігурація коліс системи подачі.

На Фіг. 6 В представлена конфігурація двох коліс системи подачі.

На Фіг. 7 представлена конфігурація системи подачі та випрямляча.

На Фіг. 8 А представлена можлива конфігурація випрямляча з прямим шляхом занурення оптичного пристрою.

На Фіг. 8 Б представлена можлива конфігурація випрямляча зі звивистим шляхом занурення оптичного пристрою.

На Фіг. 9 представлена конфігурація вимірювального пристрою з датчиком положення переднього наконечника.

На Фіг. 10 представлений ілюстративний вимірювальний пристрій із засобом відрізання.

На Фіг. 1 представлені схематичні види витратних оптичних пристроїв (1', 1'', 1'''), які можна застосовувати у вимірювальному пристрої згідно з цим винаходом. Оптичне волокно 2', 2'', 2''' оточене внутрішньою металевою трубкою 3', 3'', 3''' та зовнішньою металевою трубкою 4', 4'', 4'''. Порожній простір між металевими трубками 5', 5'', 5''' може бути заповнений матеріалом 6'' наповнювача, як показано на Фіг. 1 Б. На Фіг. 1 В представлена конфігурація оптичного пристрою 1''' з розділовими елементами 7'', розташованими навколо внутрішньої металевої трубки 3''' і всередині зовнішньої металевої трубки 4'''.

На Фіг. 2 представлена ілюстративна установка вимірювального пристрою 200 на платформі 8, розташованій у металургійному резервуарі 9 електродугової печі (ЕАФ) 10. Завдяки компактній та міцній конструкції весь вимірювальний пристрій 200 може бути розташований поруч із місцем експлуатації. Це місце зводить до мінімуму потрібний простір для установки пристрою 200 і довжину оптичного пристрою 1, який застосовується. Платформа 8 містить отвір 14, що веде всередину резервуара 9, до якого підключена напрямна система 207 вимірювального пристрою 200. Всередині резервуару 9 оптичний пристрій 9 надходить у ванну 11 з розплавленим металом (не видно на Фіг. 2).

На Фіг. 3 представлений детальний опис ілюстративного вимірювального пристрою 200 згідно з цим винаходом. Оптичний пристрій 1, розташований на котушці 201, встановлений на поворотній опорі (не показано) у корпусі 202. Котушка 201 містить також детектор (не показаний), який з'єднаний з оптичним пристроєм 1. Для зручності між опорою та котушкою 201 встановлюється механічний та електричний контакт. Котушка 201 може бути замінена, коли оптичний пристрій 1 витратиться після роботи вимірювального пристрою 200.

На Фіг. 4 представлений детальний вид котушки 201, що несе блок 301 виявлення, який містить, наприклад, пірометр. Котушка 201 має порожнисту циліндричну серцевину 302, навколо якої може бути намотаний оптичний пристрій 1. Котушка 201 має дві бічних панелі 303 а, 303 б, які проходять від циліндричної серцевини 302 і запобігають зісковзуванню оптичного пристрою 1 з серцевини 302. У наведеній конфігурації блок 301 виявлення встановлений в порожнистій частині циліндричної серцевини 302. Котушка 201 також містить частину 304, яка може бути з'єднана, тобто встановлена на поворотній опорі.

Корпус 202 містить систему 203 подачі і випрямляч 204, а також перший двигун 205 для приведення в дію опори котушки і другий двигун 206 для приведення в дію системи 203 подачі. Двигуни, що приводять в дію опору котушки 205, і система 206 подачі забезпечують активне переміщення оптичного пристрою 1 і разом утворюють систему переміщення. Напрямна система 207 з'єднана з корпусом 202, необов'язково з допомогою з'єднувача 210. Напрямна система 207 містить напрямну трубку 208 і систему 209 введення, також необов'язково з'єднану з допомогою з'єднувача 211. Діаметр прямої системи 207 має бути обраний досить маленьким, в ідеалі не більш ніж удвічі більше за зовнішній діаметр оптичного пристрою 1. Така

конфігурація забезпечує пасивний напрямок оптичного пристрою 1 без розривів або блокування шляху 500 занурення.

На Фіг. 3 також представлений ілюстративний металургійний резервуар 9, який містить ванну 11 з розплавленим металом. Вимірювальний пристрій 200 розташований або встановлений таким чином, що оптичний пристрій 1 занурюється у ванну 11 з розплавленим металом після того, як він покине напрямну систему 207. Між виходом прямої системи 212 і поверхнею ванни 12 з розплавленим металом оптичний пристрій 1 зазвичай повинен проходити крізь гарячу атмосферу 13 і шар шлаку (не показаний), що покриває ванну 11 з розплавленим металом. Зазвичай шлак не має постійного обсягу й іноді під час обробки сталі він спінюватиметься і розширюватиметься в обсязі. Таким чином, може бути бажаним, щоб система введення 209 була оснащена вдвудною фурмою (не показана), яку продувають потоком газу. У такій конфігурації постійне продування газом може гарантувати, що отвір прямої системи 212 не блокується затверділим шлаком та/або охолодженими краплями розплавленого металу. Додатково перевагою продувального газу є підтримка прямої системи 207, а також частини оптичного пристрою 1, яка не використовується, охолодженими, що сприяє збільшенню терміну служби прямої системи 207 і в той же час запобігає розсклюванню невикористаного оптичного волокна оптичного пристрою 1. Переважно тиск газу підтримується між щонайменше 2 бар і/або не більше 5 бар, що сприяє достатньому охолодженню для збереження волокна нерозсклюваним.

На Фіг. 5 представлений спрощений вид вимірювального пристрою 200 для ілюстрації шляху 500 занурення оптичного пристрою 1 та його кривини. Під шляхом занурення слід розуміти шлях, яким слідує кожне прирушення розмотаної частини оптичного пристрою 1, коли воно розмотується з котушки 201, доки не потрапить у ванну 11 з розплавленим металом. Шлях 500 занурення оптичного пристрою 1 починається від котушки 201 і проходить крізь систему 203 подачі, випрямляч 204 і напрямну систему 207 у ванну 11 з розплавленим металом, що міститься в металургійному резервуарі 9. Кривина може бути утворена радіусом кола 501, яке відповідає шляху 500 занурення. Зазначений характеристичний радіус має бути вибраний в залежності від характеристик оптичного пристрою 1, а також розміру і радіуса котушки 201, на якій він зберігається. Занадто малий радіус призведе до більш високої ймовірності надмірного вигину та поломки оптичного пристрою.

До або під час занурення оптичний пристрій 1 може бути пошкоджений або зруйнований, наприклад, через утворення шлаку або нерозплавлених частин у ванні 11 з металом. Такі фактори можуть призводити до згинання або руйнування оптичного пристрою 1, особливо при його подачі з високими швидкостями.

Конфігурація, представлена на Фіг. 3, ілюструє систему під час послідовності вимірювання з переднім наконечником 213 оптичного пристрою 1, зануреним під поверхню ванни 12 з розплавленим металом. Послідовність вимірювання для отримання температури за допомогою пристрою 200 згідно з цим винаходом включає подачу оптичного пристрою 1, реєстрацію вимірювального сигналу та втягування оптичного пристрою 1. Подача та втягування можуть включати декілька стадій, що визначають швидкість та тривалість переміщення оптичного пристрою 1 для отримання оптимальних результатів вимірювання. Точні параметри такої послідовності вимірювання, окрім іншого, залежать від матеріалу розплавленого металу, його температури та умов металургійного підприємства. Під час подачі та втягування масу опори котушки та котушки 201 необхідно прискорювати та уповільнювати. Чим вища маса цих компонентів, тим вища інерція на цій стадії.

Зазвичай оптичний пристрій 1 переміщається своїм переднім наконечником 213 на занурювальному кінці до ванни 11 з розплавленим металом. Два двигуни 205 та 206 можуть точно керувати швидкістю подачі оптичного пристрою 1. Оскільки подача заснована на механізмі, що штовхає-тягне, тобто блок 205 зберігання з приводом від двигуна штовхає, а окрема система 203 подачі з приводом від двигуна тягне оптичний пристрій 1 скоординованим чином, сили, яким піддається зовнішня металева трубка оптичного пристрою 1, можуть бути зведені до мінімуму.

На Фіг. 6 А представлена можлива конфігурація системи 203 подачі з двома парами роликів 601 а, 601 б. Колеса або кожна пара роликів 601 а, 601 б розташовані навпроти один одного з оптичним пристроєм 1, розташованим між ними під час роботи. Колеса підпружені з регульованою силою, що затискає оптичний пристрій, тим самим підтримуючи переміщення без скручування з мінімальними силами затиску, водночас сприяючи випрямленню. На Фіг. 6 Б представлена можлива конфігурація коліс. Ілюстративне колесо має циліндричну U-подібну канавку 602 та рифлену поверхню. Зазвичай колеса розташовані таким чином, що утворений між ними порожній простір, крізь який проходить оптичний пристрій 1, має злегка еліптичну

форму, як показано на Фіг. 6 В. Конфігурація відстані між парою роликів 601 і форма їхніх канавок забезпечують незначну деформацію зовнішньої трубки оптичного пристрою 1 під час подачі й, отже, забезпечують перше випрямлення. На Фіг. 6 В додатково проілюстровані конструктивні характеристики коліс, тобто глибина 603 і діаметр 604 канавок.

Після системи 203, 203' подачі шлях 500 занурення оптичного пристрою 1 проходить крізь випрямляч 204, 204' по прямій осі без кривини, як більш детально показано на Фіг. 7. Випрямлення оптичного пристрою 1 забезпечує щонайменше зниження або усунення згину або скручування, викликаних змотаним зберіганням оптичного пристрою 1 на котушці 201.

На Фіг. 8 представлені можливі конфігурації випрямляча. На Фіг. 8 А п'ять коліс 801 а', 801 б', 801 с', 801 d', 801 е' випрямляча 204" розташовані зі зміщенням відносно один одного в напрямку шляху 500' занурення. У варіанті здійснення, показаному на Фіг. 8 Б, колеса 802 а", 802 б", 802 с", 802 d", 802 е" випрямляча 204"" розташовані таким чином, що шлях 500" занурення не є прямим, а йде по звивистій лінії.

На Фіг. 7 представлена конфігурація системи 203' подачі з двома парами роликів 601 а', 601 б' і випрямляча 204"" з двома парами роликів 702 а, 702 б відносно шляху 500 занурення. Перевагою є те, що система 203' подачі і випрямляч 204' розташовані на мінімальній відстані. Крім того, було виявлено, що перпендикулярне співвідношення зазначених двох компонентів призводить до ефективного випрямлення крихкого оптичного пристрою 1 з мінімальною кількістю сил. На Фіг. 7 показана така перпендикулярна конфігурація спереду, зокрема, колеса роликів 601 а', 601 б', 702 а, 702 б компонентів 203', 204' розташовані перпендикулярно один одному. Це дозволяє, з одного боку, знизити скручений вигин оптичного пристрою 1 і, з іншого боку, звести до мінімуму кількість компонентів, необхідних для ефективної роботи вимірювального пристрою.

Після виконання послідовності вимірювання частина оптичного пристрою 1, занурена у ванну 11 з розплавленим металом, розплавиться і, таким чином, буде витрачена. Після вимірювання довжина оптичного пристрою, розташованого в гарячій атмосфері 13 всередині металургійного резервуара 9, може бути втягнута в напрямку котушки 201 і може бути повторно застосована для наступної послідовності вимірювання.

Для отримання надійних вимірювань температури бажано вимірювати її на більш менш фіксованій глибині занурення у ванну 11 з розплавленим металом. Крім того, керування точкою контакту, тобто точкою на поверхні ванни 12 з розплавленим металом, в якій занурюється передній наконечник 213, є параметром, який вимагає управління для отримання точних результатів вимірювання. Точка контакту може, наприклад, бути зміщена через подачу оптичного пристрою 1, який не лежить на прямому шляху 500 занурення або який було зігнуто, скручено або іншим чином деформовано до занурення.

Наведені вище пояснення ілюструють, що оптичний пристрій 1 постійно розмотується і змотується під час роботи вимірювального пристрою 200, що потенційно призводить до того, що розмотані частини оптичного пристрою 1 схильні до пошкоджень, що вимагає керованої і точної подачі в обох напрямках. Крім того, довжина, а разом з нею маса оптичного пристрою 1, постійно змінюються через витрати під час кожної послідовності вимірювання.

Конфігурація вимірювального пристрою 200 згідно з цим винаходом знижує потребу в управлінні та точності за мінімального впливу на оптичний пристрій 1. Довжина розмотаної частини оптичного пристрою 1 підтримується на мінімальному рівні, який майже повністю покривається компонентами пристрою до занурення оптичного пристрою у ванну з розплавленим металом.

На Фіг. 9 представлена конфігурація вимірювального пристрою 200' з датчиком 901 положення переднього наконечника 213 оптичного пристрою 1, розташованим на кінці напрямної системи 207'. Також можливі інші розташування датчика 901. Додатковий датчик забезпечує більш точне керування всім пристроєм 200' і додатково підвищує точність послідовностей вимірювань і отримуваних результатів.

На Фіг. 10 представлена конфігурація вимірювального пристрою 200" з напрямної системою 207", що містить засіб 1001 відрізання. Відрізання оптичного пристрою 1 в певному положенні дозволяє, з одного боку, усунути блокування, що виникають, а з іншого боку, може бути використане для визначення положення переднього наконечника оптичного пристрою 1. У разі показаного варіанту здійснення відрізана частина розмотаної частини оптичного пристрою 1 виштовхуватиметься вперед і з напрямної системи 207" наступною частиною оптичного пристрою 1, яка переміщується вимірювальним пристроєм 200".

Список номерів позиції

1, 1', 1", 1'''	Оптичний пристрій
2', 2", 2'''	Оптичне волокно
3', 3", 3'''	Внутрішня металева трубка
4', 4", 4'''	Зовнішня металева трубка
5', 5", 5'''	Порожній простір
6"	Матеріал наповнювача
7'''	Розділові елементи
8	Платформа
9	Металургійний резервуар
10	Електродугова піч (EAF)
11	Ванна з розплавленим металом
12	Поверхня ванни з розплавленим металом
13	Атмосфера всередині резервуара
14	Отвір в платформі резервуара
200, 200', 200"	Вимірювальний пристрій
201	Котушка
202	Корпус
203, 203'	Система подачі
204, 204', 204", 204'''	Випрямляч
205	Двигун для приведення в дію опори котушки
206	Двигун для приведення в дію системи подачі
207, 207', 207"	Напрямна система
208	Напрямна трубка
209	Система введення
210	З'єднувач
211	З'єднувач
212	Вихід із прямої системи
213	Передній наконечник оптичного пристрою
301	Блок виявлення
302	Циліндрична серцевина котушки
303 a; 303 b	Бічні панелі котушки
304	З'єднання з поворотною опорою
500, 500', 500"	Шлях занурення
501	Коло з радіусом кривини шляху занурення
601, 601 a, 601 b, 601 a', 601 b'	Пари роликів системи подачі
602	Канавка колеса
603	Глибина канавок коліс
604	Діаметр канавок коліс
701	Частина шляху занурення між системою подачі та випрямлячем
702 a, 702 b	Пари роликів випрямляча
801 a', 801 b', 801 c', 801 d', 801 e'	Колеса випрямляча
802 a", 802 b", 802 c", 802 d", 802 e"	Колеса випрямляча
901	Датчик
1001	Засіб відрізання

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 5 1. Вимірювальний пристрій для вимірювання температури ванни з розплавленим металом, який містить:
- 10 i) оптичний пристрій;
- ii) засіб виявлення, виконаний з можливістю прийому переданого оптичним пристроєм світлового сигналу;
- 10 iii) блок зберігання оптичного пристрою;
- iv) поворотну опору блока зберігання оптичного пристрою;
- v) засіб переміщення;
- vi) засіб випромінювання оптичного пристрою;
- 15 vii) корпус; і

- viii) напрямну систему для оптичного пристрою, з'єднану з корпусом, причому оптичний пристрій містить оптичне волокно, оточене з боків внутрішньою та зовнішньою металевими трубками, причому зовнішня металева трубка має зовнішній діаметр у діапазоні від 2 до 8 мм і товщину стінки в діапазоні від 0,1 до 0,6 мм, причому корпус включає в себе засіб виявлення, блок зберігання оптичного пристрою, поворотну опору блока зберігання оптичного пристрою, засіб переміщення і засіб випрямлення, і причому засіб переміщення виконаний із можливістю подачі та втягування оптичного пристрою та містить:
- a) щонайменше один двигун для переміщення вперед і назад поворотної опори блока зберігання оптичного пристрою;
 - b) засіб подачі для подачі оптичного пристрою, що приводиться в дію за допомогою щонайменше одного двигуна для переміщення вперед і назад.
2. Вимірювальний пристрій за п. 1, де оптичний пристрій містить змотану частину і розмотану частину, причому розмотана частина утворює шлях занурення оптичного пристрою.
 3. Вимірювальний пристрій за п. 2, де шлях занурення не містить заламаних частин.
 4. Вимірювальний пристрій за п. 2 або 3, де шлях занурення не містить кривини з радіусом, меншим ніж 200-кратний зовнішній діаметр оптичного пристрою.
 5. Вимірювальний пристрій за будь-яким із пп. 2-4, де шлях занурення починається в кінці зовнішнього намотування оптичного пристрою на блоці зберігання оптичного пристрою.
 6. Вимірювальний пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, де мінімальний радіус кривини прямої системи в 4 рази перевищує радіус внутрішнього намотування оптичного пристрою на блоці зберігання оптичного пристрою.
 7. Вимірювальний пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, де напрямна система містить щонайменше одну напрямну трубку.
 8. Вимірювальний пристрій за попереднім пунктом, де співвідношення внутрішнього діаметра щонайменше однієї прямої трубки і діаметра зовнішньої металевої трубки оптичного пристрою не перевищує 2.
 9. Вимірювальний пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, де висота корпусу перебуває в діапазоні від 1,2 до 2 зовнішніх діаметрів блока зберігання оптичного пристрою.
 10. Вимірювальний пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, де вимірювальний пристрій містить засіб управління, виконаний із можливістю управління роботою щонайменше одного двигуна для переміщення вперед і назад поворотної опори блока зберігання оптичного пристрою і щонайменше одного двигуна для переміщення вперед і назад засобу подачі.
 11. Вимірювальний пристрій за п. 10, де засіб управління виконаний із можливістю координації роботи щонайменше одного двигуна для переміщення вперед і назад поворотної опори блока зберігання оптичного пристрою і щонайменше одного двигуна для переміщення вперед і назад засобу подачі.
 12. Вимірювальний пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який містить засіб визначення положення переднього наконечника оптичного пристрою.
 13. Вимірювальний пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, де засіб виявлення розташований на блоці зберігання оптичного пристрою, в ньому або поряд із ним.
 14. Спосіб вимірювання температури ванни з розплавленим металом за допомогою вимірювального пристрою за будь-яким із попередніх пунктів, який включає щонайменше такі стадії:
 - (i) подача оптичного пристрою;
 - (ii) вимірювання температури ванни з розплавленим металом;
 - (iii) втягування та змотування оптичного пристрою.
 15. Спосіб за п. 14, який додатково включає щонайменше одну стадію визначення положення переднього наконечника оптичного пристрою.

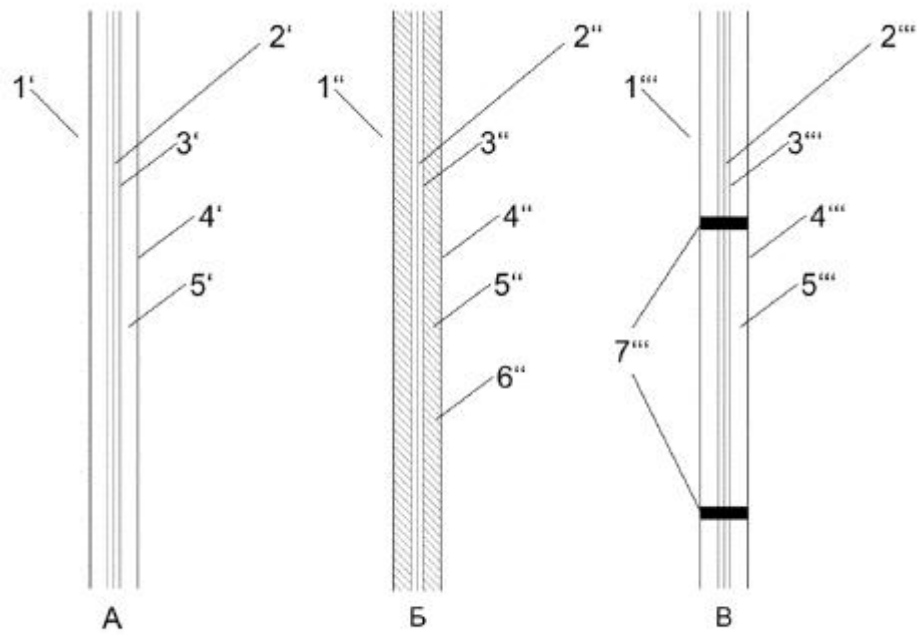


Fig. 1

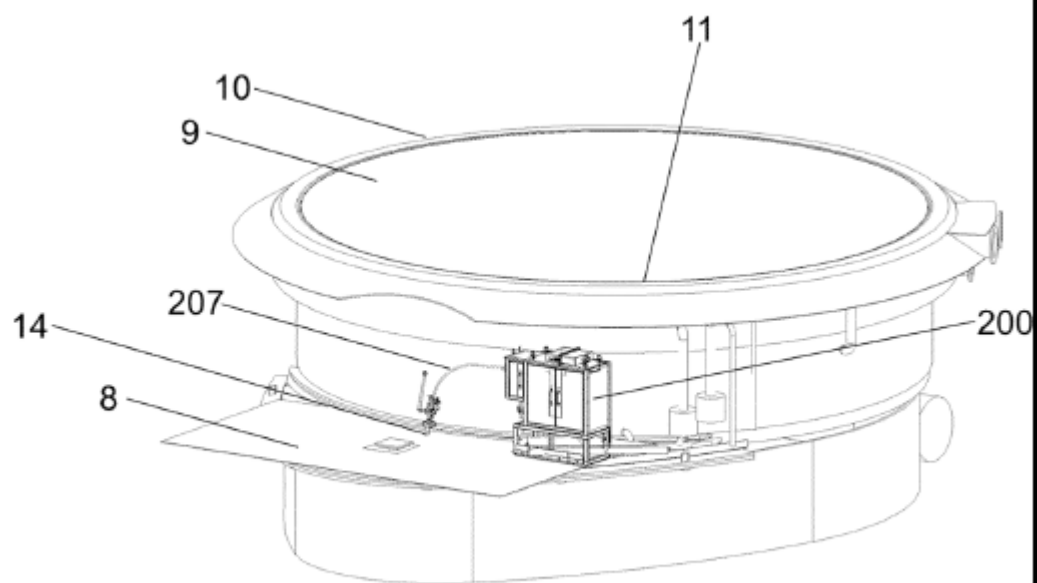


Fig. 2

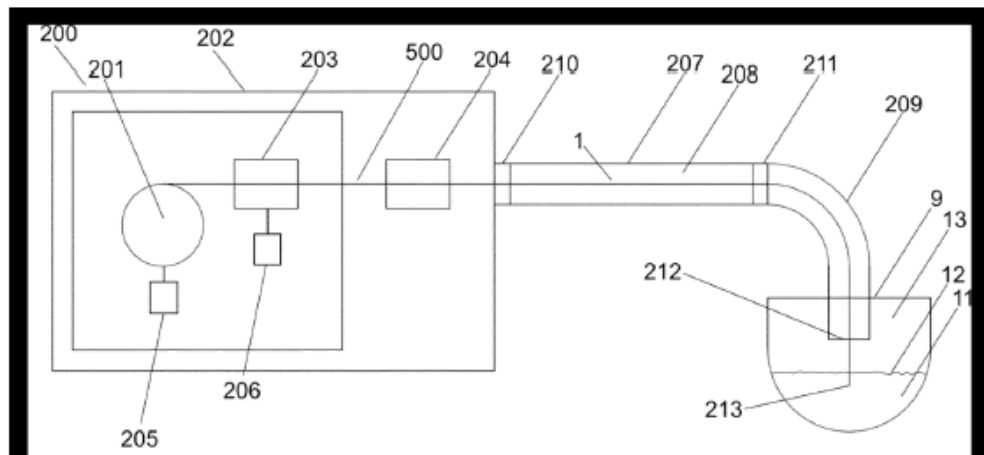


Fig. 3

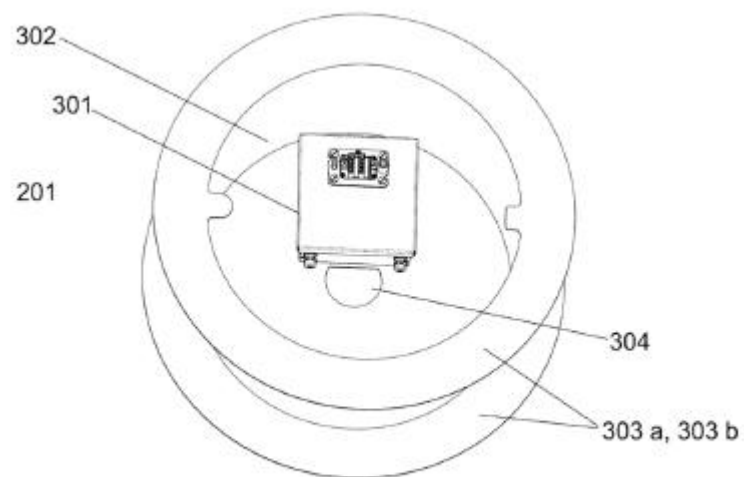


Fig. 4

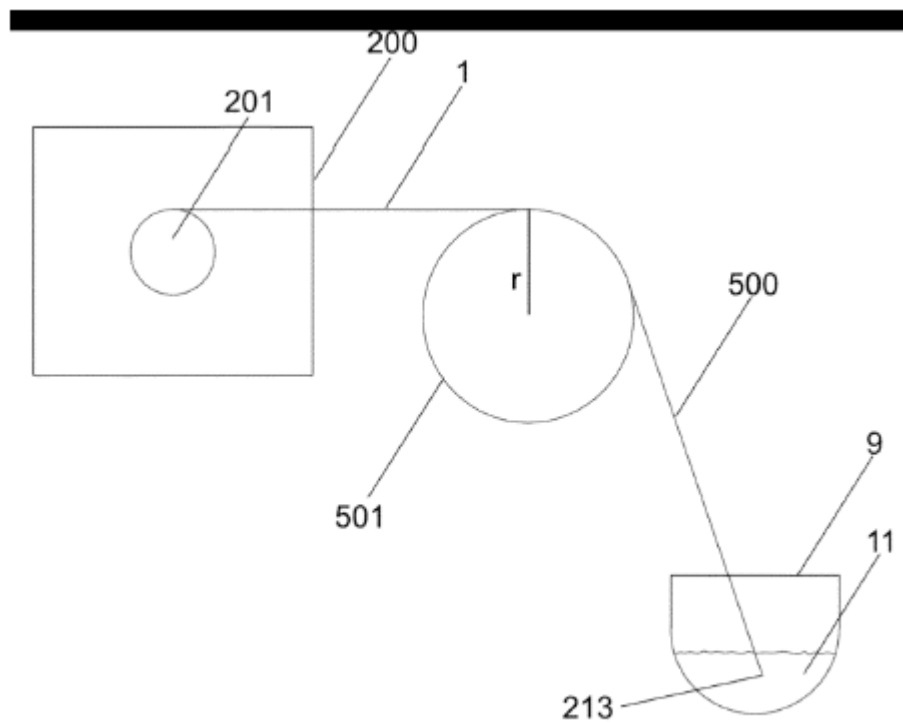


Fig. 5

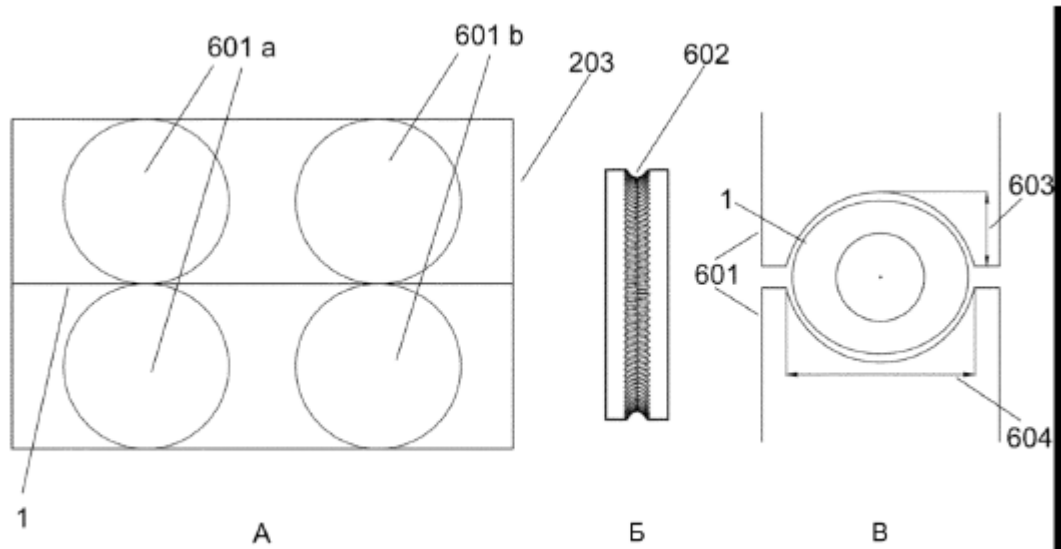


Fig. 6

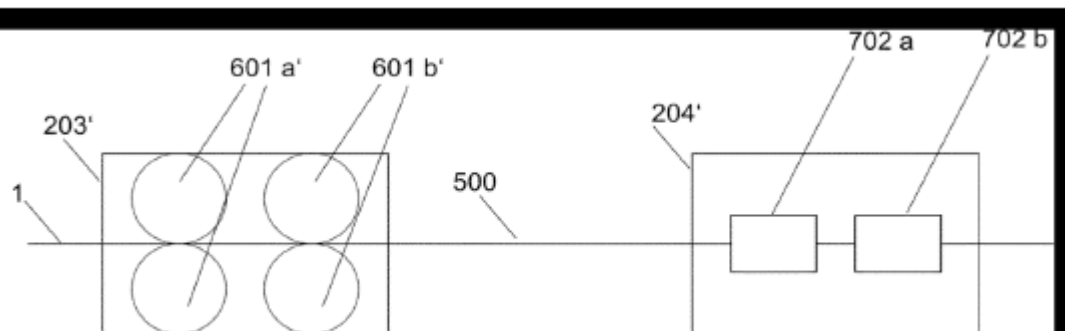


Fig. 7

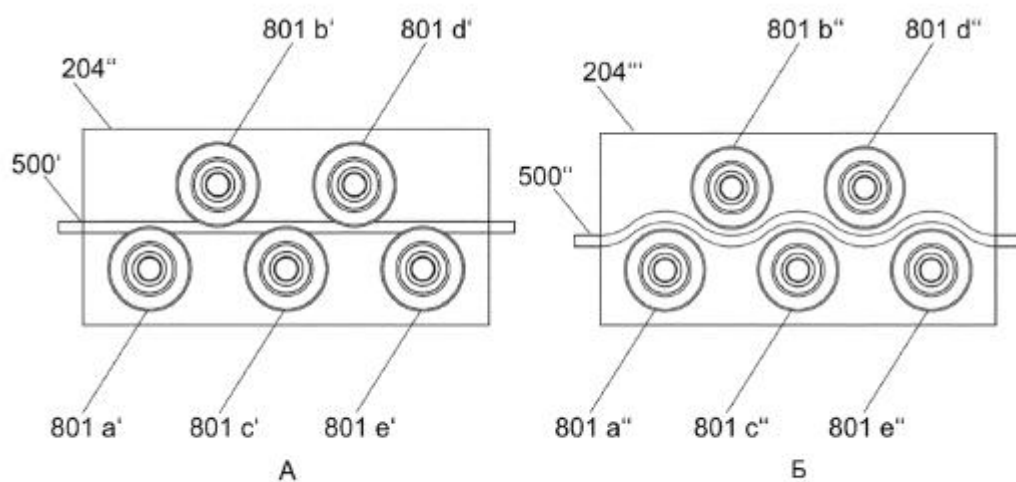


Fig. 8

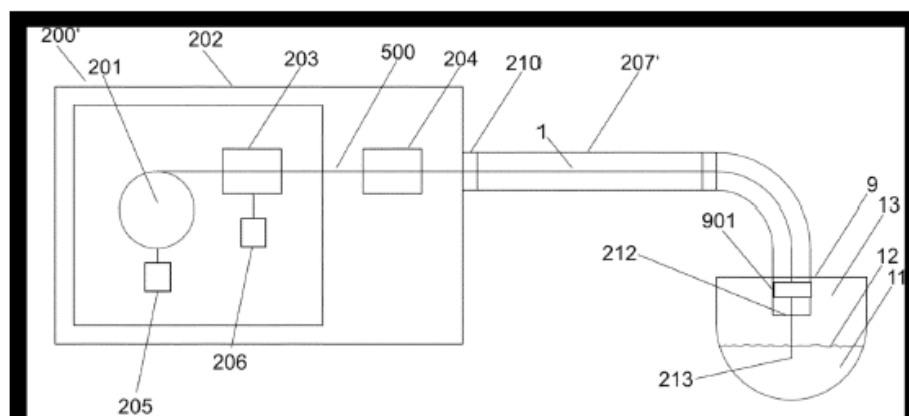


Fig. 9

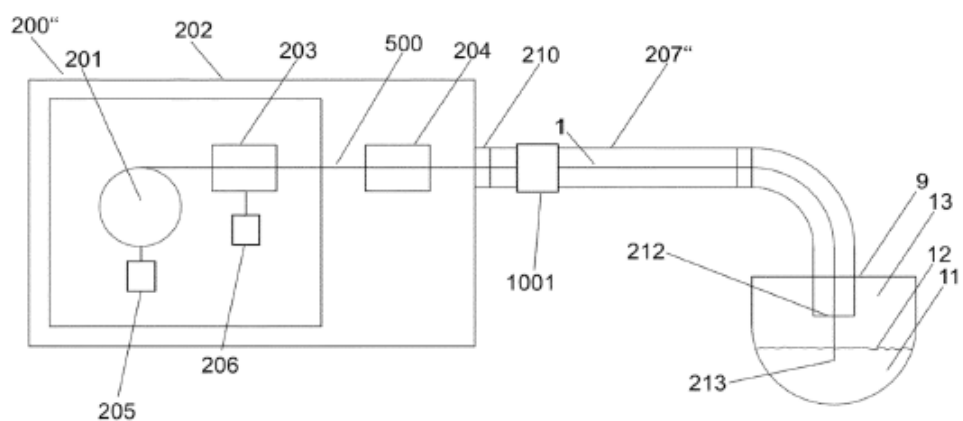


Fig. 10