



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 108604

(13) C2

(51) МПК

G01N 33/20 (2006.01)

G01N 1/10 (2006.01)

C21C 5/30 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2011 07616	(72) Винахідник(и):	Беєнс Дріс (BE), Неєнс Гвідо Якобус (BE)
(22) Дата подання заявки:	16.06.2011	(73) Власник(и):	ХЕРАУС ЕЛЕКТРО-НАЙТ ІНТЕРНЕТНЛ Н.В., Centrum-Zuid 1105, 3530 Houthalen, Belgien (BE)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.05.2015	(74) Представник:	Шамріна Олена Олексіївна, реєстр. №141
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	10 2010 024 282.9	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 20030043883 A1, 06.03.2003 US 2007137324 A1, 21.06.2007 SU 685946 A, 15.09.1979 SU 1700427 A1, 23.12.1991 RU 2026545 C1, 09.01.1995 JP 2000171457 A, 23.06.2000 US 3727464 A, 17.04.1973
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	18.06.2010		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	DE		
(41) Публікація відомостей про заявку:	26.12.2011, Бюл.№ 24		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.05.2015, Бюл.№ 10		

## (54) ЗОНД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТА ВЗЯТТЯ ПРОБ У МЕТАЛЕВОМУ РОЗПЛАВІ

## (57) Реферат:

Винахід належить до вимірювального зонда для вимірювання та взяття проб у металевому розплаві за допомогою встановленої на кисневому списі вимірювальної головки, яка має принаймні один температурний датчик та одну камеру для проб, причому камера для проб принаймні частково оточена вимірювальною головкою і має пронизуючий вимірювальну головку впускний канал, причому впускний канал в тій ділянці, що проходить всередині вимірювальної головки, має довжину  $L$ , а принаймні в одному місці цієї внутрішньої ділянки має мінімальний діаметр  $D$ , і співвідношення  $L/D^2$  є меншим за  $0,6 \text{ мм}^{-1}$ , причому протитиск  $P_g$ , який чинить вимірювальна головка еталонному потокові газу, є меншим за 20 мбар.

UA 108604 C2

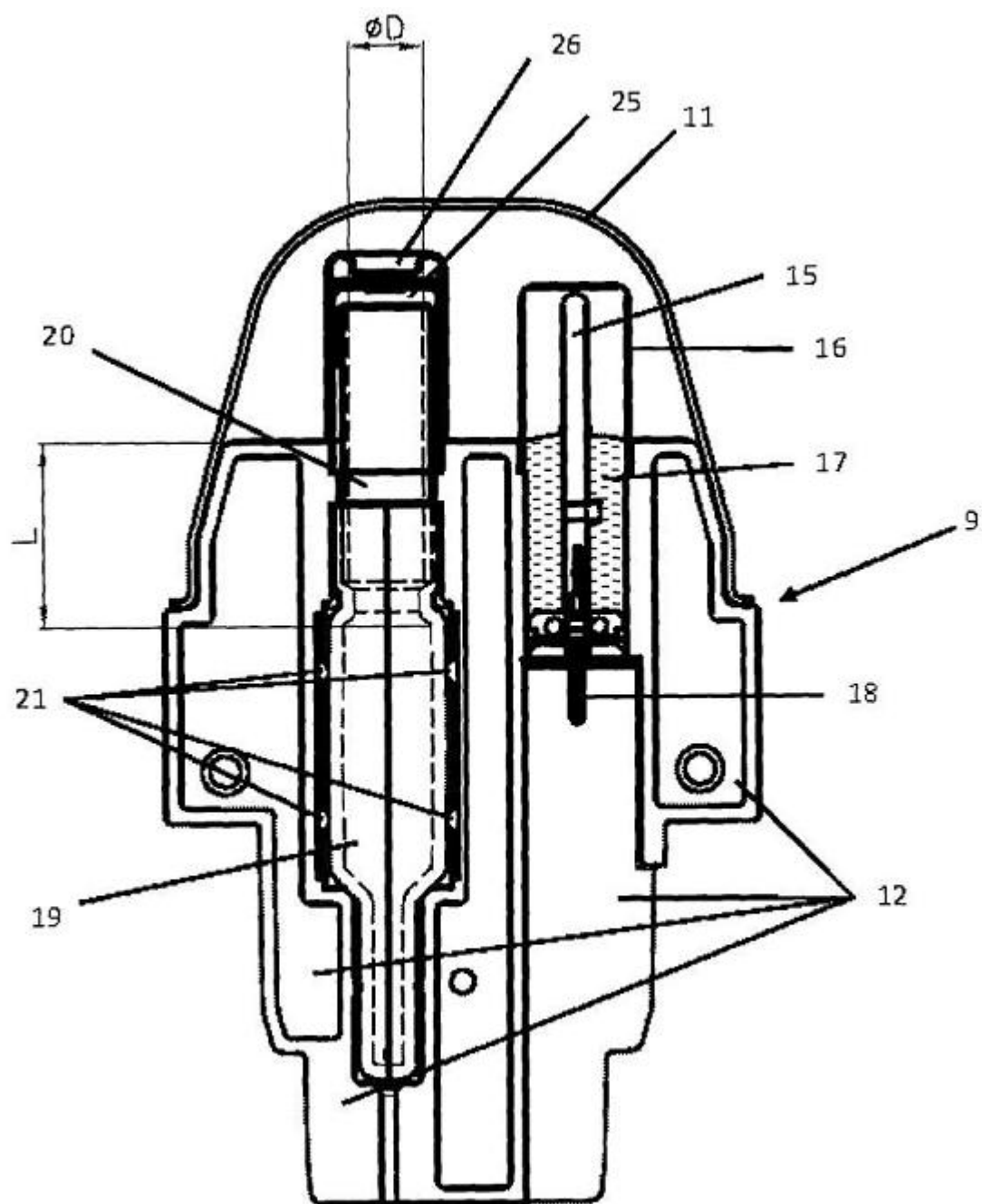


Fig. 3

Винахід стосується зонда для вимірювання та взяття проб у металевому розплаві за допомогою встановленої на кисневому списі вимірювальної головки, причому вимірювальна головка має принаймні один температурний датчик та одну камеру для проб, і цю камеру для проб оточує вимірювальна головка, а також має впускний канал із виготовленої із кварцового скла трубки, який проходить крізь вимірювальну головку.

Подібні вимірювальні зонди в принципі відомі і поряд з іншим застосовуються при виробництві сталі в так званих конвертерах або електродугових печах.

В конвертері (так званому BOF-конверторі - фахове скорочення англійського терміну Basic Oxygen Furnace/конвертерна піч) за допомогою кисневого списа у металевий розплав вдувають кисень. Конвертер облицьовано жаростійким матеріалом, який оптимально протидіє ерозії внаслідок шлаків та тепла під час процесу вдування кисню. В конвертер додають шрот та вапно (оксид кальцію), щоб охолодити розплав та видалити фосфор, кремній та марганець. Кисень спалює вуглець, перетворюючи його в окис вуглецю та двоокис вуглецю. Марганець, кремній та фосфор окислюються і разом з окисом кальцію та окисом заліза перетворюються в шлак. Оскільки ця окислювальна реакція відбувається як надзвичайно екзотермічна, процес потребує охолодження, аби врегулювати температуру розплаву. Охолодження здійснюється шляхом додавання шроту та залізної руди під час процесу вдування. Сам процес вдування кисню триває 15-20 хвилин, незалежно від розмірів конвертера, який може становити 70-400 тон. При цьому пропускна спроможність кисневого списа узгоджується з розмірами конвертера або вагою розплаву. Завантаження сталі та шлаку, включно з вимірюванням температури та взяттям проб для аналізу розплаву, дає в результаті тривалість процесу між двома виливаннями від 40 до 60 хвилин. Весь процес відрізняється високою продуктивністю і створює сталь з низьким вмістом забруднень. Виливання здійснюється шляхом відхилення печі крізь випускний отвір у ливарний ківш. Під час цієї операції додають сплави заліза, щоб врегулювати склад сталі у ковші. Важливий прогрес у технології застосування кисневих списів полягає у тому, що в розплав крізь дно конвертера вводять інертний газ, зазвичай аргон, щоб перемішувати розплав та шлаки. Завдяки цьому процесу ефективність значно зростає, а втрати заліза і вміст фосфору зменшуються. Крім того, покращується рівновага тепла та маси в процесі, а це призводить до скорочення коштів.

Вимірювальні зонди, що застосовуються в конвертері, описані, наприклад, в DE 10 2005 060 492 та в DE 10 2005 060 493.

В електродуговій печі шрот плавиться під впливом енергії електричної дуги, створеної між вістрями графітових електродів та електропровідним завантаженням шроту. Три електроди та стелю печі підіймають задля завантаження печі шротом, звільняючи завантажувальний отвір. Електроди підтримують електричну дугу відповідно заданій напрузі та заданій силі струму, завдяки чому створюється необхідна для плавлення та фришування енергія. Електродугові печі мають внутрішній діаметр близько 6-9 метрів та потужність на 100-200 тон сталі. Проміжок часу між двома виливаннями в цих печах триває 90-110 хвилин.

Вимірювальні зонди, що застосовуються в електродугових печах, описані, наприклад, в DE 28 45 566, DE 32 03 505 та в DE 13 60 625.

Для спостереження за процесом в конвертері або в електродуговій печі потрібно, щоб для взяття проб було забезпечене цілковите заповнення камери для проб вимірювального зонда при відносно низьких показниках температури, причому слід уникати газових пухирців у пробі. Таке взяття проб не завжди є простим, зокрема під час вдування в конвертер, оскільки теоретична щільність сталевого розплаву дуже коливається, по-перше, внаслідок вдування кисню зверху, по-друге, внаслідок вдування інертного газу крізь дно конвертера. Крім того, в промисловості переважає тенденція до застосування таких печей, які дозволяють лише незначне перегрівання розплаву (тобто незначну різницю між температурою ванни та температурою ліквідусу).

Тому перед винаходом стоїть задача покращити існуючі вимірювальні зонди та прилади для взяття проб і дозволити брати проби зі значно меншою присутністю газу, тобто підвищити якість проб. Також добре було б спростити видалення проб із вимірювального зонда.

Згідно з винаходом задачу вирішено за допомогою ознак незалежних пунктів формули винаходу. Доцільні форми виконання викладені у залежних пунктах формули.

Виявилося, що вимірювальний зонд, призначений для вимірювання та взяття проб у металевому розплаві за допомогою встановленої на кисневому списі вимірювальної головки, яка має принаймні один температурний датчик та одну камеру для проб, причому камера для проб принаймні частково оточена вимірювальною головкою і має пронизуючий вимірювальну головку впускний канал, утворений краще за все трубкою із кварцового скла, лише тоді забезпечує отримання відмінних проб без газових пухирців, коли довжина L тієї ділянки трубки

із кварцового скла, яка проходить у вимірювальній головці, співвідноситься з квадратом мінімального діаметра  $D$ , який має трубка із кварцового скла принаймні в одному місці у внутрішній ділянці, як  $L/D^2 < 0,6 \text{ мм}^{-1}$ , причому це співвідношення становить краще  $< 0,45 \text{ мм}^{-1}$ , а ще краще  $< 0,3 \text{ мм}^{-1}$ . При незначному перегріванні металевому розплаву доцільним виявилось

5 мале співвідношення, наприклад  $L/D^2 < 0,6 \text{ мм}^{-1}$  при перегріванні  $> 100^\circ\text{C}$  та співвідношення  $L/D^2 < 0,3 \text{ мм}^{-1}$  при перегріванні  $> 80^\circ\text{C}$ .

Задачу також вирішено за допомогою вимірювального зонда, призначеного для вимірювання та взяття проб у металевому розплаві за допомогою встановленої на кисневому списі вимірювальної головки, яка має принаймні один температурний датчик та одну камеру для

10 проб, причому камера для проб принаймні частково оточена вимірювальною головкою і має пронизуючий вимірювальну головку впускний канал, утворений краще за все трубкою із кварцового скла, причому вимірювальна головка має протитиск  $P_q < 20$  мбар, і цей протитиск визначається таким чином, що спочатку крізь трубку з двома відкритими кінцями пропускають еталонний газовий потік і в трубці вимірюють тиск  $P_1$ , а потім трубку одним кінцем вставляють у

15 впускний канал вимірювальної головки, пропускають крізь трубку такий самий еталонний газовий потік і вимірюють тиск  $P_2$  в трубці, і що на основі різниці  $P_2 - P_1$  визначають протитиск  $P_q$  вимірювальної головки. При цьому вигідно, щоб протитиск  $P_q$  вимірювальної головки становив  $< 15$  мбар. До того ж подібні вимірювальні зонди гарантують отримання проб високої якості.

Особливо вигідно, коли співвідношення  $L/D^2$  є меншим за  $0,6 \text{ мм}^{-1}$ , краще меншим за  $0,45 \text{ мм}^{-1}$ , найкраще меншим за  $0,3 \text{ мм}^{-1}$ , причому протитиск  $P_q$  вимірювальної головки є меншим за 20 мбар.

Доцільно, щоб матеріал для вимірювальної головки було вибрано із групи, до якої належать кераміка, цемент, сталь, формувальний пісок. Зокрема особливо вигідно, щоб камера для проб принаймні частково була оточена корпусом із формувального піску. До того ж, вимірювальна

25 головка може бути виконана таким чином, щоб камера для проб у першому та другому напрямках, які є перпендикулярними один до одного, мала більшу довжину, ніж у третьому напрямку, який є перпендикулярним до першого та другого напрямків, і щоб впускний канал входив у камеру для проб перпендикулярно до третього напрямку. Таким чином утворюються так звані камери для плоских проб, які мають круглу або овальну чи продовговату площину

30 поперечника, а ще мають перпендикулярну до неї меншу площину поперечника, яка в основному має чотирикутну форму, причому менша площина поперечника може мати заокруглені кути. Таким чином впускний канал проходить паралельно до більшої і перпендикулярно до меншої площини поперечника. Крім того доцільно, щоб вимірювальна головка додатково мала принаймні один електрохімічний датчик для більш гнучкого та

35 різностороннього використання і одночасної можливості вимірювання інших параметрів металевому розплаву.

Доцільно, щоб можна було видаляти повітря із камери для проб. Краще, щоб камера для проб складалася із двох півчаш, які роз'єднуються відомим чином паралельно до поздовжньої

40 осі камери для проб і своїми краями стикаються таким чином, щоб під час вливання рідкого металу повітря могло витікати із камери для проб, причому рідкий метал не виступав би між півчашами. Вигідно, щоб камера для проб була розміщена у пористому піщаному корпусі, аби забезпечити видалення повітря. Обидві півчаші притискаються одна до одної за допомогою хомута, і камера для проб достатньо мірою фіксується в піщаному корпусі, завдяки чому півчаші не відкриваються під впливом феростатичного тиску, що виникає при зануренні у

45 розплав. Краї півчаш можуть, наприклад, мати невеликі отвори або щілинки для здійснення видалення повітря із камери для проб, причому не виникає жодних напливів розплаву, що виходить із камери для проб.

Зазвичай вимірювальні зонди згідно з винаходом занурюють зверху у ємність, що містить металевий розплав. Часто цей процес занурення відбувається автоматично, наприклад за

50 допомогою автоматичного суміжного списа. Після вимірювання суміжний спис разом з вимірювальним зондом відхиляється вбік із зони ємності, яка містить металевий розплав, і вони відштовхуються один від одного. При цьому вимірювальний зонд падає на кілька метрів у глибину. Після потрапляння на дно проби без пошкоджень можна простим чином вийняти із камери для проб.

Згідно з винаходом описані вимірювальні зонди застосовуються для вимірювання та взяття проб у металевому розплаві у конвертері для плавки сталі під час процесу вдування кисню або для вимірювання та взяття проб у металевому розплаві в електродуговій печі.

Нижче винахід пояснюється більш детально на прикладі за допомогою креслень. На них схематично зображено:

60 Фіг. 1 - Поперечний переріз конвертера;

Фіг. 2 - Вимірювальний зонд згідно з винаходом разом з вимірювальною головкою;  
 Фіг. 3 - Переріз вимірювальної головки згідно з винаходом;  
 Фіг. 4 - Вимірювання тиску у відкритій трубці;  
 Фіг. 5 - Вимірювання тиску на вимірювальній головці.

5 Фіг. 1 зображує конвертер 1 з футерівкою 2. В конвертері 1 міститься сталевий розплав 3, на поверхні якого лежить шлаковий шар 4. З метою виготовлення сталі крізь дно конвертера 1 через донні сопла 5 в металевий розплав вдувають аргон. Зверху через видувний спис 6 подають кисень. Поряд з видувним списом 6 в конвертер 1 входить так званий суміжний спис 7, на нижньому кінці якого встановлено вимірювальний зонд 8 з вимірювальною головкою 9.  
 10 Процес вимірювання здійснюється під час вдування кисню, зазвичай приблизно за 2 хвилини до завершення вдування кисню. При цьому вимірюють температуру і беруть пробу для визначення вмісту вуглецю. На основі результатів вимірювання можна проводити корекцію моделі вдування, аби мати змогу змінити якість сталевого розплаву. Після вдування кисню можна здійснювати друге вимірювання. При цьому окрім температури зазвичай вимірюють вміст  
 15 активного кисню в сталевому розплаві і беруть пробу для лабораторної оцінки остаточного складу сталі. На основі вмісту активного кисню можна за кілька секунд визначити наявний вміст вуглецю в сталі. Крім того, можна здійснити попередню калькуляцію потрібної кількості розкислювача (алюмінію).

Зображений на фіг. 2 вимірювальний зонд 8 має вимірювальну головку 9, встановлену на  
 20 нижньому кінці трубки-носія 10. Для захисту впускного отвору та датчиків вимірювальна головка 9 має пластмасовий ковпак 11, який згорає під час проходження крізь шлак 4, вивільняючи датчики або впускний отвір для металевого розплаву. Пластмасовий ковпак 11 може бути доповнений на внутрішній стороні металевим ковпаком або металевим покриттям, які можуть бути виготовлені із сталі і тому розчиняються в сталевому розплаві, куди занурюється  
 25 вимірювальний зонд. Вимірювальна головка 9 має корпус 12 із формувального піску з ребрами 13, якими корпус 12 втискається у трубку-носію 10 задля забезпечення надійної фіксації. На протилежному кінці вимірювальної головки 9 розміщено з'єднувальний кабель 14, за допомогою якого отримані від датчиків сигнали прямують крізь трубку-носію 10 та суміжний спис 7 до блока обробки результатів.

Зображена в поперечному перерізі на фіг. 3 вимірювальна головка 9 має термоелемент як  
 30 температурний датчик 15, оточений металевим ковпаком 16 і встановлений у вимірювальній головці 9 за допомогою вогнетривкого цементу 17. На своєму протилежному кінці, що знаходиться всередині вимірювальної головки 9, він має з'єднувальний елемент 18 для під'єднання дротів термоелемента до з'єднувального кабелю. Крім того, в корпусі 12 із формувального піску, що належить вимірювальній головці 9, встановлено елемент для взяття  
 35 проб з камерою 19 для проб та трубкою 20 із кварцового скла, що служить впускною трубкою. Трубка 20 із кварцового скла виступає приблизно на 1 см із корпусу назовні. Зовнішній впускний отвір трубки 20 із кварцового скла закрито металевим ковпаком 25 (із сталі) та розміщеним над ним картонним ковпаком 26, які при зануренні в сталевий розплав або після занурення  
 40 руйнуються, вивільняючи зовнішній впускний отвір трубки 20 із кварцового скла. Довжина L означає довжину впускної трубки, встановленої у корпусі 12 вимірювальної головки 9, між її входом в камеру 19 для проб та виходом із корпусу 12. Це так звана прихована довжина L. Діаметр D означає мінімальний діаметр всередині прихованої довжини L. У зображеному прикладі співвідношення  $L/D^2$  становить 0,22 і забезпечує отримання проби без газових  
 45 пухирців, тоді як у відповідних зондів із рівня техніки воно становить близько 1,43.

Камера 19 для проб фіксується в пісочному корпусі 12 шляхом пресової посадки за допомогою пісочних ребер 21.

Вимірювання тиску здійснюють спочатку згідно зі схематичним зображенням на фіг. 4 у  
 відкритій з обох сторін трубці 22, діаметр якої дозволяє всунути її в трубку 20 із кварцового скла.  
 50 Стрілочка 23 позначає напрямок руху газу, що проходить крізь неї, краще за все повітря, тиск якого  $P_1$  визначають за допомогою манометру 24. Довжина трубки 22 між манометром 24 та трубкою 20 із кварцового скла становить приблизно 2 см, внутрішній діаметр становить приблизно 4 мм.

На фіг. 5 схематично зображено трубку 22, яка по вимірюванню згідно з фіг. 4 всувається в  
 55 трубку 20 із кварцового скла манометра. Потім після відновлення подачі газу вимірюють тиск  $P_2$  за допомогою манометра. Різниця  $P_2 - P_1$  означає протитиск  $P_0$  вимірювальної головки. Тиск вимірюють під час пропускання газу з швидкістю потоку 800 л/год., причому в основу газового потоку закладено так званий "середній літр", тобто виміряний при температурі приміщення 20 °C і при стандартному тиску повітря 1013 гПа. Отримане в даному прикладі значення

протитиску є меншим за 15 мбар. Устаткування з таким протитиском дає в результаті проби високої якості.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

5

1. Вимірювальний зонд для вимірювання та взяття проб у металевому розплаві за допомогою встановленої на кисневому списі вимірювальної головки, причому вимірювальна головка має принаймні один температурний датчик та одну камеру для проб, і ця камера для проб принаймні частково оточена вимірювальною головою і має впускний канал, що проходить крізь вимірювальну головку, причому впускний канал у своїй внутрішній ділянці, що проходить по вимірювальній головці, має довжину  $L$  і принаймні в одному місці цієї внутрішньої ділянки має мінімальний діаметр  $D$ , який **відрізняється** тим, що впускний канал виконаний у вигляді скляної трубки, причому співвідношення  $L/D^2$  є меншим за  $0,6 \text{ мм}^{-1}$ , а камера для проб виконана у вигляді двох півчаш, з'єднаних у площині, паралельній осі камери, причому на кромках півчаш виконані невеликі отвори, причому камера для проб оточена пористим корпусом з внутрішніми поздовжніми ребрами таким чином, що протитиск  $P_g$ , який чинить вимірювальна головка еталонному потоку газу, є меншим за 20 мбар.

10

15

2. Вимірювальний зонд за п. 1, який **відрізняється** тим, що співвідношення  $L/D^2$  є меншим за  $0,45 \text{ мм}^{-1}$ .

20

3. Вимірювальний зонд за п. 2, який **відрізняється** тим, що співвідношення  $L/D^2$  є меншим за  $0,3 \text{ мм}^{-1}$ .

4. Вимірювальний зонд за п. 1, який **відрізняється** тим, що співвідношення  $L/D^2$  є меншим за  $0,45 \text{ мм}^{-1}$ , а протитиск  $P_n$  вимірювальної головки є меншим за 20 мбар.

25

5. Вимірювальний зонд за п. 1, який **відрізняється** тим, що співвідношення  $L/D^2$  є меншим за  $0,3 \text{ мм}^{-1}$ , а протитиск  $P_n$  вимірювальної головки є меншим за 20 мбар.

6. Вимірювальний зонд принаймні за одним із пп. 1-5, який **відрізняється** тим, що вимірювальна головка виготовлена із матеріалу групи, до якої належать кераміка, цемент, сталь, формувальний пісок.

30

7. Вимірювальний зонд принаймні за одним із пп. 1-6, який **відрізняється** тим, що впускний канал утворено трубкою із кварцового скла.

8. Вимірювальний зонд принаймні за одним із пп. 1-7, який **відрізняється** тим, що камера для проб принаймні частково оточена корпусом із формувального піску.

35

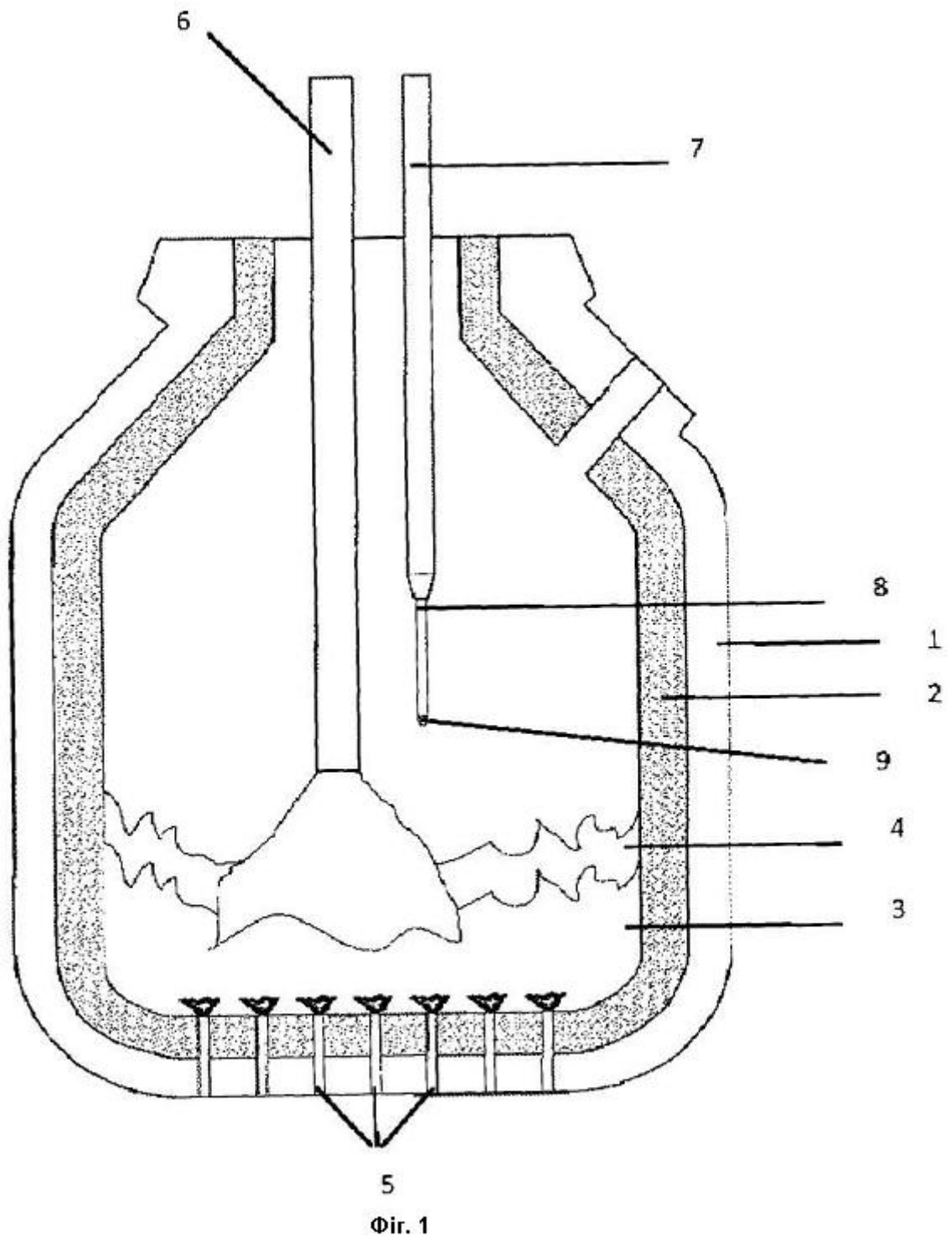
9. Вимірювальний зонд принаймні за одним із пп. 1-8, який **відрізняється** тим, що камера для проб у першому та другому напрямках, які є перпендикулярними один до одного, має більшу довжину, ніж у третьому напрямку, який є перпендикулярним до першого та другого напрямків, і що впускний канал входить у камеру для проб перпендикулярно до третього напрямку.

10. Вимірювальний зонд принаймні за одним із пп. 1-9, який **відрізняється** тим, що вимірювальна головка додатково має принаймні один електрохімічний датчик.

40

11. Застосування вимірювального зонда принаймні за одним із пп. 1-10 для вимірювання та взяття проб у металевому розплаві, що знаходиться в конвертері для виробництва сталі, під час процесу вдування.

12. Застосування вимірювального зонда принаймні за одним із пп. 1-10 для вимірювання та взяття проб у металевому розплаві, що знаходиться в електродуговій печі.



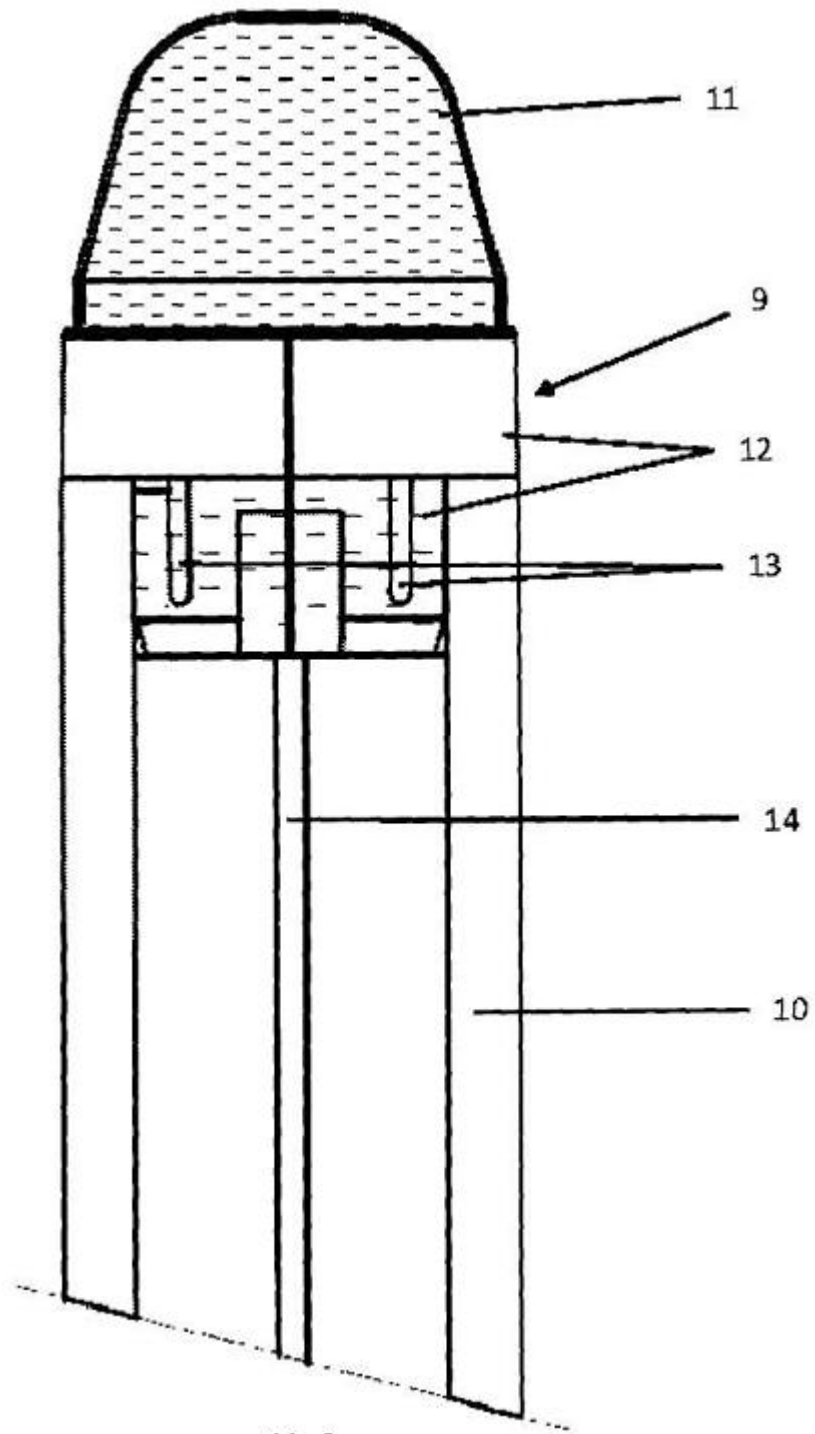


Fig. 2



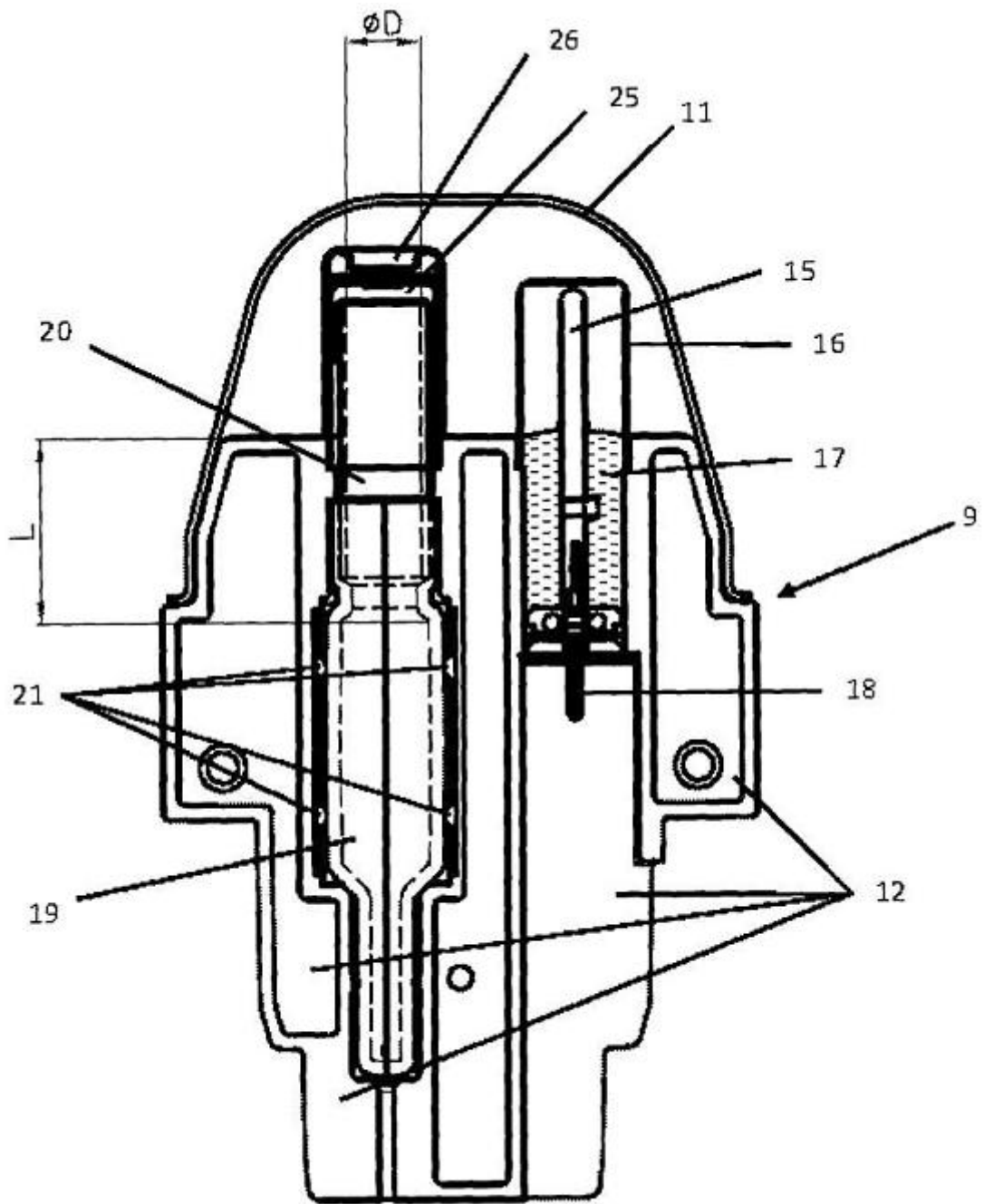


Fig. 3

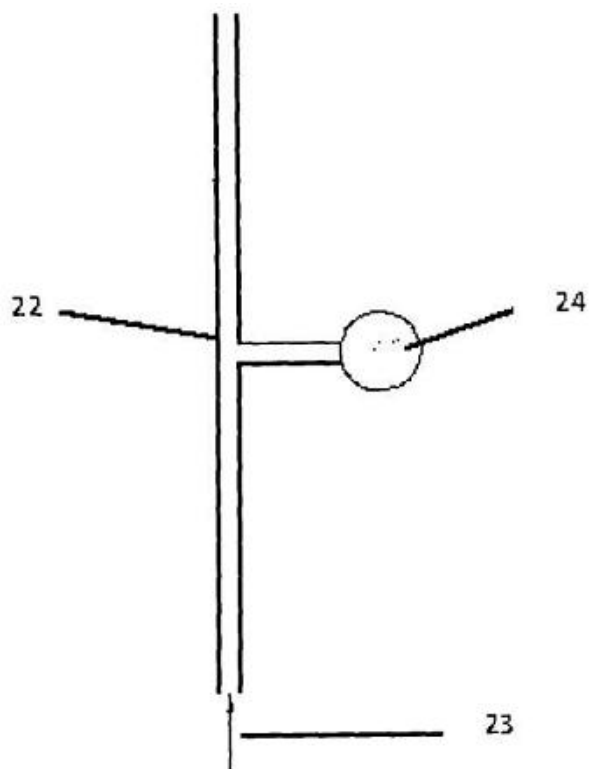


Fig. 4

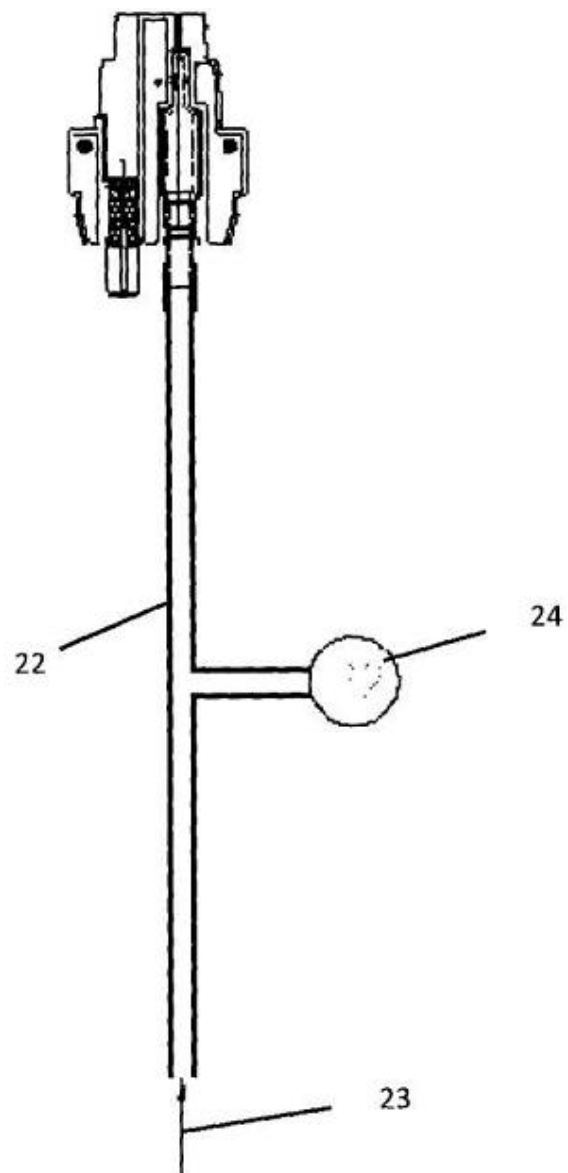


Fig. 5

---

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601