



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **122669**

(13) **C2**

(51) МПК

G01N 1/10 (2006.01)
G01J 5/48 (2006.01)
G01N 1/18 (2006.01)
G01N 33/205 (2019.01)
C21B 7/24 (2006.01)
C21C 5/56 (2006.01)
G01K 11/06 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2016 10405	(72) Винахідник(и):	Кендалл Мартін (BE), Уїтейкер Роберт Чарльз (GB), Стратеманс Марк (BE), Чайлдс Джек (GB), Фейтонгс Домінік (BE)
(22) Дата подання заявки:	13.10.2016	(73) Володілець (володільці):	ХЕРАЕУС ЕЛЕКТРО-НІТЕ ІНТЕРНАЦІОНАЛЬ Н.В., Centrum Zuid 1105 3530 Houthalen, Belgium (BE)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	29.12.2020	(74) Представник:	Бочаров Максим Анатолійович, реєстр. №367
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	1518208.2	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	RU 2238578 C1, 20.10.2004 US 6004031 A, 21.12.1999 JP S629131 A, 30.03.1987 JP H04357427 A, 10.12.1992 JP S56132302 A, 16.10.1981 EP 1029931 A1, 23.08.2000 US 4284842 A, 18.08.1981 US 7748896 B2, 06.07.2010 EP 0306204 A1, 08.03.1989 US 4243299 A, 06.01.1981 WO 02099493 A1, 12.12.2002
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	14.10.2015		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	GB		
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.04.2017, Бюл.№ 8		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	28.12.2020, Бюл.№ 24		

(54) ВИТРАЧУВАНЕ ОПТОВОЛОКНО ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ВАННИ РОЗПЛАВЛЕНОЇ СТАЛІ

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі металургія. Дріт з осердям для вимірювання температури розплавленого металу, який містить оптичне волокно і покрив, який збоку оточує оптичне волокно, причому покрив оточує оптичне волокно в декілька шарів, при цьому один шар містить металеву трубку, а під металевою трубкою розташований проміжний шар, при цьому проміжний шар утворений з матеріалу, який має температуру плавлення від 600 до 1500 °C, і при цьому проміжний шар утворений канатом, який має волокна, нерегулярно орієнтовані за межі

UA 122669 C2

площини тканини канату. Таким чином, може бути досягнуте надійне вимірювання температури у ванні розплавленої сталі.

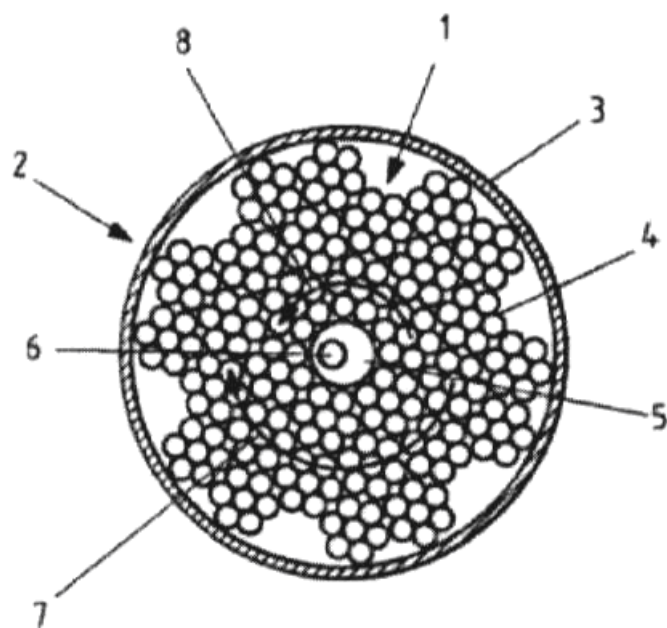


Fig. 1

Винахід стосується витрачуваного дроту з осердям, який містить оточене покривом оптичне волокно, для вимірювання температури ванни розплавленої сталі.

У JPH0815040 (A) описаний спосіб, який передбачає подачу витрачуваного оптичного волокна в рідкий метал для вимірювання температури ванн розплавлених металів. Аналогічний спосіб і пристрій для вимірювань розплавлених металів з використанням оптичних волокон також описаний в US 5730527. Витрачувані оптичні волокна цього виду відомі, наприклад, з JPH11160155 (A). Вони являють собою вміщені в металеву оболонку одиночні оптичні волокна, де оптичне осердя покрите металевим покривом, звичайно з нержавіючої сталі, яке служить для надання жорсткості оптичному волокну, внаслідок чого воно може бути занурене в розплавлений метал. Хоча ці занурювані оптичні волокна можуть проникати під поверхню розплаву, вони страждають від швидкого руйнування.

Удосконалення цих швидко витрачуваних оптичних волокон містять додаткові захисні структури і відомі, наприклад, з JPH10176954 (A). Там оптичне волокно оточене захисною металеву трубою, оточеною додатковим шаром пластмасового матеріалу. Це ізольоване витрачуване оптичне волокно, яке занурюється в розплавлений метал, подають з котушки або бухти із заданою швидкістю, при якій кінчик оптичного волокна буде піддаватися впливу металу при його глибокому зануренні. Глибина занурення в момент впливу важлива для точного вимірювання температури, і тому для точного показників температури необхідні запобігання ранньому руйнуванню або швидке переміщення кінчика оптичного волокна до точки вимірювання. У JPH09304185 (A) розкриті рішення по швидкості подачі, де швидкість витрачання волокна повинна бути більшою, ніж швидкість розсклування, тим самим гарантуючи, що завжди доступна свіжа поверхня оптичного волокна.

Оскільки тепло від будь-якого джерела руйнує волокно, його безпосередньо перед зануренням потрібно захистити від припливу тепла. Аналогічно, невикористана частина, яка залишилася, також повинна бути захищена від теплоприпливу після вимірювання, щоб вона була придатна для наступного вимірювання.

US 5585914 передбачає, що витрачуване оптичне волокно можна подавати в розплавлений метал через сопло з швидкістю 5 мм/с за 10 секунд, потім витримувати це занурення протягом 20 секунд, і при циклічному виконанні це можна розглядати як безперервне. JPH09304185 (A) передбачає, що для точних результатів швидкість руйнування і подальшого впливу на нову поверхню повинна відповідати тій швидкості, з якою руйнується склоподібна структура його кінчика, тобто новий матеріал волокна постійно подається замість розсклюваного волокна і тому придатний для прийому і перенесення випромінювання, без втрат випромінювання.

Для виконання цієї заміни волокно подають в розплавлений метал доти, поки його температурний відгук не перевищить задане значення. Подачу припиняють на 2 секунди і визначають температуру. Потім волокно знов подають в метал на 10 мм і припиняють подачу на дві секунди і визначають другу температуру. Зіставлення першої і другої температур дозволяє визначити, чи було досягнуте успішне вимірювання, або що чи необхідні додаткові цикли. Крім того, як засіб визначення того, чи прийнятне показання, швидкість подачі не вказана.

Додатково, оскільки виробництво сталі - це періодичний процес, вищезгадані роботи рівня техніки страждають від того, що попередні вимірювання з використанням частини намотаного оптичного волокна, яке залишилося, приведуть до розсклування, і тому слідувати цьому способу не можна, оскільки вихідне визначення заданого значення температури наступного вимірювання неможливо здійснити належним чином. JPH09243459 (A) убагажує коректувальну дію в тому, що пошкоджені частини витрачуваних оптичних волокон слід кожний раз відрізати від подавальної котушки для забезпечення ще не розсклюваного волокна, без яких-небудь вказівок на те, як слід визначати ступінь розсклування.

На практиці це вимагає наявності додаткового обладнання для відрізання пошкодженої частини волокна, а у випадку, коли занурення здійснюють в метал зверху, його необхідно виймати через шар шлаку, який може накопичуватися на волокні, заважаючи його витягуванню з посудини і механізму обрізання.

Всі різні схеми подачі витрачуваного оптичного волокна розраховані на вплив на серцевину оптичного волокна розплавленим металом перед розсклуванням, однак швидкість розсклування залежить від реальних умов розплавленого металу, таких як його температура, його рух, посудина, яка містить його, і шлак, який покриває ванну, а також термічних умов, впливу яких піддається оптичне волокно до і після кожного вимірювального циклу.

Було виявлено, що оскільки доступність свіжої поверхні волокна є істотною для точного вимірювання температури, і ця доступність залежить від того, яким чином волокно занурюється в розплавлений метал, то ймовірне виникнення множинних схем подачі через найрізноманітніші

умови, впливу яких волокно буде піддаватися при зануренні в і проходженні через різні металургійні посудини в різні моменти часу в ході обробки металів.

5 Якщо зміну швидкості розкльовування можна звести до мінімуму за рахунок поліпшення конструкції витрачуваного оптичного волокна, застосовність цього методу вимірювання можна поширити на ширший діапазон металургійних посудин, без підгонки режиму подачі до визначених вимог.

10 Багатошарові конструкції дроту зі сталевим зовнішнім покритвом використовують на сталеливарних заводах для вибіркового введення легуючих речовин у ванну розплавленої сталі. Вони звичайно називаються дротами з наповнювачем або порошковими дротами і описані в DE19916235A1, DE3712619A1, DE19623194C1 і US 6770366. У US 7906747 розкритий дріт з наповнювачем, що містить матеріал, який піролізується при контакті з ванною рідкого металу.

15 У US 5988545 розкрита система введення дроту з наповнювачем, причому ці дроти з наповнювачем постачаються в котушках або на бухтах, наприклад, для комбінування зі спеціальними механізмами подачі дроту, такими як розкриті в EP 0806640, JPH09101206 (A), JPS6052507 (A) і DE3707322 (CI), для здійснення практичного занурення дроту з наповнювачем.

20 У US 7748896 розкритий пристрій для вимірювання параметра ванни розплаву, який містить оптичне волокно, покрив (покриття), який збоку оточує оптичне волокно, і детектор, з'єднаний з оптичним волокном, при цьому покрив оточує оптичне волокно в декілька шарів, причому один шар містить металеву трубку, а під металевою трубкою розташований проміжний шар, який містить порошковий або волокнистий або гранульований матеріал, причому матеріал проміжного шару оточує волокно у вигляді множини шматків (частин).

25 Проміжний шар утворений з порошку діоксиду кремнію або порошку оксиду алюмінію і може містити газоутворювальний матеріал. Розкрита ознака проміжного шару, що оточує волокно у вигляді множини окремих частин, означає в значенні того винаходу, що конструкція у вигляді множини частин існує в робочому стані, іншими словами, під час або після занурення в підлягаючу вимірюванню ванну розплаву, так що шматки проміжного шару залишаються окремими і розділяються в ході використання. Додавання газоутворювального матеріалу сприяє вибуховому розділенню частин проміжного шару.

30 Хоча ці частини містяться в нерозплавленій зовнішній металевій оболонці, ця конструкція дроту з оптичним осердям сприяє підтримці оптичного волокна в його центрі при дуже низькій температурі протягом відносно тривалого часу. Розкльовування через підвищені температури, яке буде руйнувати оптичне волокно, сповільнюється. Починаючи від конкретної температури і далі в ході занурення в розплавлений метал, розширення газів проміжного шару примусово видаляє неприкріплені шари покриву.

35 Волокно нестійко нагрівається до температури рівноваги у ванні розплавленого металу, внаслідок чого вимірювання може відбуватися дуже швидко, до того, як оптичне волокно або його кінець, занурений у ванну розплавленого металу, розкльовується. Ця непередбачуваність вибухового характеру газовиділення для розкривання (оголення) свіжої оптичної поверхні приводить до безладних результатів, які схильні до різних інтерпретацій і неправильного зчитування істинної температури.

40 Згідно з відомою вимогою точного вимірювання температур зануреним оптичним волокном, оптичне волокно повинно витратитися з швидкістю, яка дорівнює або є більшою, ніж швидкість розкльовування оптичного осердя. Оскільки швидкість розкльовування є функцією як кількості тепла, яке підводиться до оптичного осердя в ході його занурення в розплавлений метал, так і тепла, яке підводиться до оптичного осердя внаслідок впливу на нього зовнішнього середовища, навколишнього оптичне волокно осердя, воно повинне витратитися пропорційно умовам передвпливу, таким як випромінювана теплота в місці занурення, температура шлаку, а також температура розплаву конкретної печі.

50 Задача винаходу полягає в подальшому поліпшенні вимірювання температури у ванні розплавленої сталі.

Ця задача вирішується за рахунок поліпшеного дроту з осердям, який містить ознаки незалежних пунктів формули винаходу. Переважні варіанти втілення містять ознаки залежних пунктів.

55 Винахід стосується дроту з осердям для вимірювання температури розплавленого металу, який містить оптичне волокно і покрив, який збоку оточує оптичне волокно, причому покрив оточує оптичне волокно в декілька шарів, при цьому один шар містить металеву трубку, а під металевою трубкою розташований проміжний шар, відмінний тим, що проміжний шар, весь проміжний шар і/або покрив, який збоку оточує оптичне волокно, може плавитися

безпосередньо при зануренні в розплавлений метал або при безпосередньому впливі розплавленого металу.

Термін "плавлення" для матеріалів, відмінних від металів з чіткою температурою плавлення, стосується в рамках об'єму даної заявки стану матеріалу, який є досить текучим для легкої течії під дією своєї власної ваги або здушування під дією ваги іншої рідини, такої як протилежний рідкий метал. Таким чином, скляний матеріал може бути зокрема описаний як "розплавлений", який має в'язкість 10-10000 пуаз, переважно 10-1000 пуаз. Фігура 8 показує в'язкість скляного матеріалу залежно від температури.

"Безпосередньо при зануренні" означає в момент безпосереднього контакту з розплавленим металом. Однак, коли весь проміжний шар містить метал, "безпосередньо при зануренні" включає в себе час нагрівання таких металевих компонентів до температури плавлення, щоб вони стали текучими. В останньому випадку "безпосередньо при зануренні" має на увазі, що таких металевих компонентів мало і вони досить малі, щоб плавитися негайно, наприклад, менше ніж за секунду.

Таким чином, з описаних нижче детально причин, може бути досягнуте надійне вимірювання.

В одному варіанті втілення дріт з осердям має занурювальну сторону для занурення в розплавлений метал і протилежну сторону, причому проміжний шар складений таким чином, щоб проміжний шар плавився в ході занурення в розплавлений метал на занурювальній стороні і в той же час залишався нерозплавленим і/або пористим на протилежній стороні.

При наявності дроту з осердям з занурювальною стороною, де проміжний шар може плавитися в ході занурення, і протилежною стороною з нерозплавленим проміжним шаром, оптичне волокно може бути добре захищене проміжним шаром для надійного вимірювання. Нерозплавлений і/або пористий проміжний шар може забезпечувати хорошу ізоляцію оптичного волокна.

В одному варіанті втілення оптичне волокно розташоване по центру в дроті з осердям і/або покрите трубкою або оболонкою з пластмаси. Таким чином може бути досягнутий ефективний захист оптичного волокна.

В одному варіанті втілення дріт з осердям містить проміжний шар з нижчою точкою плавлення, ніж біля металу, переважно, менше ніж 90 % або від 50 % до 85 % від точки плавлення металу, при цьому температура точки плавлення вимірюється в °C.

Термін "точка плавлення" в рамках об'єму даної заявки потрібно розуміти у вищеописаному значенні "плавлення" для неметалів і не взаємозамінними з точками плавлення або температурами плавлення, іноді передбачуваними, наприклад, у скляних матеріалів. Тому "точка плавлення" за фігурою 8 при 100 пуаз не є точкою плавлення скла в рамках смислового значення даної заявки.

Таким чином, може бути досягнутий стаціонарний стан захищаючої грудки розплавленого проміжного шару, а значить, і надійне вимірювання.

В одному варіанті втілення проміжний шар може утворювати в стаціонарному стані грудку розплавленого проміжного шару, яка оточує оптичне волокно в ході вимірювання.

Стаціонарний стан означає, що рідка грудка навколо оптичного волокна зберігається, незважаючи на відтік і притік матеріалу, так що надмірний матеріал розплавленої грудки покидає грудку, тоді як новий матеріал грудки для відшкодування згаданої втрати матеріалу поповнюється за рахунок плавкого покриву, збоку оточуючого оптичне волокно, і/або плавлення проміжного шару.

Тому може бути досягнуте надійне вимірювання безперервно оновлюваним оптичним волокном зі зниженими перешкодами, викликаними навколишнім покривом.

В одному варіанті втілення проміжний шар може забезпечувати густину в нерозплавленому стані як масу, ділену на об'єм пористої структури, яка щонайменше на 30 % нижча густини в розплавленому стані як маса, ділена на об'єм конгломерованого розплавленого матеріалу.

Щоб проілюструвати смислове значення густини в нерозплавленому і розплавленому стані, як приклад може послужити кулька скловати. Кулька скловати - це дуже легкий і м'який матеріал, незважаючи на те, що фізичною властивістю скла, що складає скловату, є висока в'язкість рідкого матеріалу. Легкий і м'який матеріал займає деякий об'єм, і якщо взяти масу і об'єм цієї кульки скловати, можна розрахувати густину в нерозплавленому стані. Після нагрівання тієї ж скловати до її температури плавлення при скловарінні вона потече як рідина. Скловата буде всихатися і утворювати грудочку скла. Об'єм, який займає ця грудочка, і масу, яка така ж, як і маса вихідної кульки скловати, ділять одну на одну для розрахунку густини в розплавленому стані. Це дві різні густини, але вони виникають зі стану проміжного шару до і/або під час використання.

Густина в розплавленому стані - це густина грудки, яка утворилася на виступі оптичного волокна або на поверхні кінчика оптичного волокна. Грудка має межу розділення, яка контактує зі сталлю, і ця межа розділення являє собою межу рідина/рідина. Протилежна межа розділення грудки являє собою межу розділення рідина/тверде тіло, і вона контактує з нерозплавленим проміжним шаром, який забезпечує рідку грудку знову розплавленим матеріалом.

Густина в нерозплавленому стані щонайменше на 30 % вища і/або щонайбільше на 100 % вища, ніж густина в розплавленому стані, дозволяє отримувати надійні результати вимірювання. Це співвідношення важливе, оскільки проміжний шар є ізолюючим, будучи нерозплавленим, захищаючи невикористане оптичне волокно. Таким чином, проміжний шар в ході використання може змінитися, перейшовши від густини в нерозплавленому до густини в розплавленому стані, коли проміжний шар піддається впливу розплавленого металу і всихатися, зокрема, під дією свого власного поверхневого натягнення і під дією здушувального його розплавленого металу. Його вища густина в металі сприяє хорошему теплообміну з оптичним волокном і сприяє віднесенню надлишку розплавленої грудки і розклованого оптичного волокна при оголенні нової поверхні.

В одному варіанті втілення проміжний шар має густину в розплавленому стані, яка відповідає щонайменше 15 % і/або щонайбільше 60 % від 7 г/см³ або загальної густини розплавленого металу.

Густина розплавленого проміжного шару в порівнянні з 7 г/см³ або густиною розплавленої сталі в інтервалі щонайменше 15 % і/або щонайбільше 60 % відносно постійна для розплавлених металів, оскільки, наприклад, все кремнієве скло, зокрема з лужноземельним силікатом (alkali earth silicate, AES), і сталь все ще знаходяться у вузькому діапазоні відносно відхилення в співвідношенні густини. Наприклад, густини як розплавленого скла, так і розплавленого металу змінюються в тому ж напрямку відносно температури.

Проміжний шар може складатися з 100 % Е-скла, 100 % базальтового скла або суміші 33 % AES і 66 % Е-скла. Таким чином може бути досягнуте надійне вимірювання.

В одному варіанті втілення швидкість видалення грудки розплавленого проміжного шару з поверхні виступу оптичного волокна може залежати від різниці густини між рідкою грудкою і рідким розплавленим металом.

Виступ оптичного волокна являє собою той робочий кінчик оптичного волокна, який звичайно виступає на занурювальній стороні з дроту з осердям в ході вимірювання.

Швидкість видалення грудки стосується кількості надлишку розплавленої грудки, що покидає грудку за певний період часу. Видалення грудки з поверхні кінчика є функцією різниці густини між рідкою грудкою і рідким металом і як таке відтворюється на практиці, оскільки це співвідношення має на практиці низьку мінливість. Це, як правило, застосовне для металу: сталі, заліза, міді і т. д.

Таким чином, грудка може поповнюватися через плавлення проміжного шару, а, отже, витрачений дріт з осердям може зберігати відносно витриману за розмірами грудку, що завжди заповнює надлишок розплавленого матеріалу грудки, який витік.

В одному варіанті втілення дріт з осердям або металева трубка не є газонепроникною, зокрема, за допомогою напусткового шва, або є газонепроникним, зокрема, за допомогою замкового шва, наприклад, потайного напусткового шва або лежачого фальца.

Металева трубка, як правило, стосується зовнішньої металевої оболонки або зовнішнього металевого покриття. Густина нерозплавленого(их) проміжного(их) шару або шарів передбачає наявність відкритої пористості позаду розплавленої грудки в ході вимірювання.

Дріт з осердям або металева трубка може бути сконструйована так, щоб вона не була газонепроникною, переважно за допомогою напусткового шва, з невеликими виробничими витратами. Така не газонепроникна конструкція або забезпечення напусткового шва буде дозволяти газу у внутрішній структурі дроту з осердям йти з грудки всередині металевої трубки через пористий проміжний шар, а також через шов.

Як альтернатива, дріт з осердям або металева трубка може бути сконструйована газонепроникною, переважно із замковим швом, з невеликими виробничими витратами, забезпечуючи можливість такого ж руху газу через внутрішню структуру дроту з осердям, але не з грудки, а на вихід через шов.

Винахід також стосується незалежно дроту з осердям, який містить оптичне волокно і покрив, збоку оточуюче оптичне волокно. Покрив оточує оптичне волокно в декілька шарів. Один шар являє собою металеве покриття, яке також називається металевою оболонкою або металевою трубкою. Під металевою трубкою розташований проміжний шар, який також називається наповнювачем. Проміжний шар утворений з газопроникного теплоізоляційного матеріалу, який має точку плавлення щонайменше 600 °C або щонайменше 1000 °C і/або

щонайбільше 1500 °С, переважно від 1000 °С до 1400 °С, більш переважно від 1200 °С до 1400 °С, внаслідок чого шматки проміжного шару, які течуть при впливі температур розплавленого металу.

Оптичне волокно являє собою гнучке, прозоре волокно. Оптичні волокна використовують, частіше всього, як засіб для передачі світла між двома кінцями волокна. Оптичне волокно може бути утворене зі скла або пластмаси. Матеріалом проміжного шару може бути Е-скло, боросилікатне скло, базальтові лужноземельні силікати і/або суміш цих стекл. Металева покриття або, відповідно, металева оболонка може бути утворене(а) зі смуги металу товщиною 0,5-1,5 мм, переважно, товщиною 1,0 мм, із вмістом Fe більше 50 %, переважно, з низьковуглецевої сталі, і може бути виконане(а) у вигляді трубки з напустковим швом. Шов, зокрема, утворений механічно і не герметизований адгезивом або клеями.

Придатний час для застосування цього пристрою, ближче до кінця процесу рафінування, температура ванни сталі становить приблизно 1600 °С. Коли дріт з осердям потрапить у ванну розплавленої сталі, металева трубка розплавиться і розчиниться у ванні металу, оскільки точка плавлення матеріалу проміжного шару набагато нижча, ніж температура ванни розплавленої сталі.

Проміжний шар буде, зокрема, плавитися з утворенням грудки з рідкою межею розділення поруч з рідким металом.

Грудка загалом означає масу розплавленого матеріалу, такого як скло або метал.

Частини грудки будуть витікати безпосередньо після цього, через те, що точка плавлення матеріалу проміжного шару набагато нижча, ніж температура ванни розплавленої сталі.

Потрібно враховувати, що плавлені матеріали, такі як скло проміжного шару, не мають чітку точку плавлення, на відміну від кристалічних матеріалів, а розм'якшуються протягом досить широкого температурного діапазону. Цей перехід з твердого стану до пластмасоподібної поведінки, який називається інтервалом перетворення, відрізняється безперервною зміною в'язкості з температурою, а значить, в об'ємі даного винаходу термін "розплав" застосовно до проміжного шару використаний для охоплення того температурного інтервалу, де матеріал досить текучий для легкої течії під дією своєї власної ваги або здушування під вагою протилежного рідкого металу.

Він є функцією хімічного складу скла, і переважно, хімічний склад скла такий, щоб при температурі використання виходила в'язкість скла між $10-10^3$ пуаз. Залежність логарифма в'язкості і температури відома з роботи E.B.Shand, Engineering Glass, Modern Materials, Vol. 6, Academic Press, New York, 1968, p. 262.

Було виявлено, що при сплавленні матеріалу проміжного шару розплавлений грудкоподібний шар матеріалу охоплює оптичне волокно, забезпечуючи вихідний захист, а потім він буде стікати з оптичного волокна з передбачуваною швидкістю, яка залежить від його в'язкості в розплавленому стані і різниці в густині між ним і розплавленою сталлю. У практичному застосуванні, різниця в густині ванни розплавленого металу і розплавленої грудки, яка утворилася з проміжного шару, хоча обидві і є функцією температури і складу, вони відносно постійні в інтервалі застосування.

Аж до того моменту, як дріт з оптичним осердям занурюють, центральне оптичне волокно термоізольоване захищене за рахунок відносно низької густини нерозплавленого проміжного шару, поки зовнішня металева оболонка не розплавиться, оголюючи наповнювач (проміжний шар), який згодом розплавляється і обтікає оптичне волокно. Оскільки температура плавлення відповідного проміжного шару-наповнювача звичайно істотно нижча, ніж температура розплавленого металу, його оголення гарантує, що він завжди буде знаходитися в розплавленому, текучому стані. Плавлення проміжного шару, яке поступово розвивається, може привести до утворення розплавленої грудки, оточуючої оптичне волокно.

Утворення грудки утворює межу розділення рідина/рідина з розплавленим металом і в той же час протилежну розплавленому металу межу розділення рідина/тверде. Об'єм накопичуваної грудки, оточуючої оптичне волокно, обмежений зумовленими густиною гідродинамічними силами, які діють на його розплавлену масу, і його поверхневим натягненням. Будь-який надмірний об'єм стікає з межі розділу рідина/рідина і поступово заповнюється на межі розділу рідина/тверде, внаслідок чого може бути досягнутий стаціонарний стан грудки розплавленого проміжного шару, оточуючої оптичне волокно. Таким чином, об'єм розплавленого скляного матеріалу на кінчику плавкого дроту з оптичним осердям залишається відносно постійним.

Стає зрозумілим, що різниця між густиною сталі і густиною розплавленої грудки приводить до більш передбачуваного механізму оголення і оновлення свіжої оптичної поверхні. Направлена вгору сила зміщувального металу, яка впливає на розплавлений матеріал проміжного

шару (матеріал наповнювача), штовхає розплавлену грудку назад і з оптичного волокна, яке залишається таким, що тягнеться з грудкоподібного наповнювача і утворює виступ. Без зміцнювальної внутрішньої металевої оболонки, як в рівні техніки, це виступаюче волокно виявляється досить слабким (неміцним). По мірі того, як продовжується подача, достатня

5 кількість розплавленого наповнювача накопичується біля основи, і частина цієї кількості зтягується з протяжним оптичним осердям в розплавлений метал, поки направлена вгору сила розплавленого металу, яка діє на грудку, яка зібралася, не розламає оптичне волокно біля її основи.

Тому швидкість нерозсклоvanого оптичного волокна, що оголюється розплавленому металу, в більшій мірі залежить від майже постійного співвідношення густини грудка/розплавлена сталь і глибини занурення, таким чином забезпечуючи широкий допустимий діапазон по швидкості подачі. Було виявлено, що стягування розплавленої грудки з виступу кінчика оптичного волокна, що просувається уперед приводить до можливостей більш відтворюваного детектування.

За рахунок забезпечення проміжного шару, виконаного з газопроникного теплоізоляційного матеріалу, який має точку плавлення в температурному діапазоні від 600 °C до 1500 °C або від 1000 °C до 1500 °C, переважно, на рівні від 1200 °C до 1400 °C, різкий "вибух" і розширення за патентними документами US 7748896 і US 2007/0268477 A1 можуть бути відвернуті і замінені більш контрольованим впливом на волокно з боку ванни.

У переважному варіанті втілення проміжний шар утворений з волокон. Волокна не можуть висипатися подібно частинкам з дроту з осердям попередньо, коли дріт з осердям подається в розплав. Висипання перед надходженням в розплав знизило б теплоізоляцію оптичного волокна, що знизило б надійність результатів вимірювання. Для злипання матеріалу наповнювача не потрібно ніякого адгезиву або смоли, що виключає присутність матеріалів, які можуть мати потенційну можливість вибухового газотворення.

У переважному варіанті втілення волокна являють собою нескінченні (безперервні) волокна. Це сприяє надійності вимірювання. Крім того, нескінченні волокна полегшують виготовлення проміжного шару.

У переважному варіанті втілення проміжний шар утворює канат. Загалом, канат являє собою групу волокон, які звиті або сплетені одне з одним, щоб об'єднати їх з утворенням більш крупної і більш міцної форми. У класичному значенні слова канат складається, зокрема, з волокон, які зібрані в нитку, а

множинні нитки можуть бути зібрані в жмут, декілька жмутів з яких можуть бути зібрані в канат. Використання слова "канат" за даним винаходом потрібно сприймати в його самому широкому значенні, згідно з яким він відображає загальну структуру і може бути утворений групуванням ниток і/або групуванням жмутів, витих шнурів і т. п., які утворюють загальну форму.

Канат може мати один хімічний склад. Таким чином, густина в нерозплавленому стані, тобто маса, ділена на об'єм компонування нерозплавлених частин, таких як волокна, проміжний шару, утвореного зі звитого або плетеного каната, є регульованою функцією числа і товщини окремих ниток/жмутів, які складають агломеровану форму. Точніше, можна добре керувати об'ємом, який виходить в результат сплавлення, відносно вихідного об'єму на лінійну одиницю каната. Це також дозволяє надійнішим чином уникнути вищезазначеної проблеми висипання і супроводжується хорошими теплоізоляційними властивостями. У результаті, ще більше підвищується надійність вимірювання.

У переважному варіанті втілення оптичне волокно розташоване в центрі каната, що додатково поліпшує якість і надійність результатів вимірювань.

У переважному варіанті втілення канат або жмути канату збільшені в об'ємі. Жмут, а також канат в значенні даного винаходу складається з множини волокон. Збільшені в об'ємі канат або жмут оброблені таким способом, який іноді називається текстуруванням, щоб вони мали волокна, нерегулярно орієнтовані за межі площини тканини. Волокна або жмути можуть бути простягнуті через сопло, в якому повітряний потік створює турбулентність для збільшення об'єму каната або жмути. Придання об'єму канату або пасму знижує позірну густину в нерозплавленому стані і при цьому підвищує теплоізоляцію і сприяє поліпшенню результатів вимірювання.

У переважному варіанті втілення проміжний шар утворений з волокон скла, переважно з Е-скла. Основою скловолокна може бути діоксид кремнію (SiO₂), зокрема, з точкою плавлення до 1200 °C. Е-скло являє собою загальноприйнятий промисловий матеріал, і придатний для цілей даного винаходу матеріал, зокрема ET91415TEXO, може бути отриманий від PPG Industries Cheswick, штат Пенсільванія, США. Вага TEX переважного Е-скла становить 1420 (г/км). Густі попередньо сплавлені скловолокна являють собою корисні напрямні теплоізолятора через їх високе відношення площі поверхні до маси. У сплавленому стані їх густина низька в порівнянні з

густиною ванни розплавленої сталі, внаслідок чого текучий скловолоконний матеріал у ванні розплавленої сталі буде негайно спливати вгору, стікаючи з оптоволокна, що робить внесок в поліпшення результатів вимірювання. Точка плавлення і температура розм'якшення скловолокна становить менше 1600 °C і, таким чином, набагато нижча, ніж температурний інтервал процесів в розплавленій сталі.

Переважно, густина проміжного шару має різні величини в розплавленому і нерозплавленому стані. Густина в несплавленому стані або густина в нерозплавленому стані, наприклад, щонайменше двох волокон відповідає масі цих щонайменше двох волокон, ділених на об'єм цих щонайменше двох волокон, включаючи простір між ними, в стані, при якому обидва волокна не розм'якшені або не розплавлені. Густина в сплавленому стані або густина в розплавленому стані, наприклад, вищезазначених щонайменше двох волокон відповідає масі цих щонайменше двох волокон, ділених на об'єм цих щонайменше двох волокон, сплавлених разом, наприклад у вигляді грудки, в стані, при якому обидва волокна розм'якшені або розплавлені.

Переважно, густина або густина в сплавленому стані матеріалу проміжного шару становить менше 5 г/см³, переважно менше 4 г/см³, більш переважно між 2,0 і 3,5 г/см³. Оскільки густина розплавленої сталі набагато вища, матеріал проміжного шару буде відразу ж спливати вгору при плавленні зовнішнього металевго шару. Таким чином, можливі поліпшені результати вимірювання.

Переважно, відношення густини рідкого проміжного шару до густини розплавленого металу становить між 0,25 і 0,45, а більш переважно відношення від 0,32 до 0,38. Оскільки проміжний шар являє собою більш або менш ткану структуру каната, він має густину в підплавленому стані, яка набагато менша його густини в сплавленому стані, і дуже ізолюючий. Густина в підплавленому стані проміжного шару становить 0,3-1,7 г/см³, а більш переважно 0,4-1,0 г/см³.

Переважно, густина в підплавленому стані така, щоб від межі розділу між розплавленою грудкою і нерозплавленим проміжним шаром, який залишився, був газопроникним і допускав прохід продуктів згоряння проміжного шару в напрямку, протилежному матеріалу сплавленого проміжного шару. Таким чином, можливі поліпшені результати вимірювання.

У переважному варіанті втілення проміжний шар розташований між металевою трубкою і виконаною з пластмаси трубкою, причому оптичне волокно знаходиться в пластмасовій трубці. Як альтернатива, замість пластмаси може бути використаний картон. При цьому можливі поліпшені результати вимірювання, особливо коли зовнішній діаметр оптичного волокна менший, ніж внутрішній діаметр пластмасової трубки.

Переважний варіант втілення - напівпроникна буферна оболонка, але також прийнятна і вільна (незакріплена) оболонка. Загальна конструкція, відома в даній галузі техніки, являє собою волокно 62,5/125 мкм або, альтернативно, 50/125 мкм з градієнтним показником заломлення, вміщене в 0,9 мм пластмасову трубку, в якій волокно механічно ізолюване від зовнішніх сил. Матеріалом трубки звичайно є пластмаса і, зокрема, поліамід, такий як поліаміди під торговим найменуванням нейлон, або термопластичні еластomers, такі як хайтрел, або аналогічні матеріали, такі як розкриті в публікації "Innovative continuous online determination of steel melt temperature by direct optical measurement in the melt.", T. Lamp, et al., Final Report EUR 21428, Contract no. 7210-PR/204, 2005, р 13-17. Ці пластмаси звичайно надають жорсткість волокну проти зовнішніх впливів, пов'язаних з мікровигином. Придатні телекомунікаційні оптичні волокна, як було описано, можуть бути отримані від компанії Huber and Suhner AG, Degersheimerstrasse 14, CH-9100 Herisau DE. Пластмасова трубка може бути заповнена вологостійким гелем, який забезпечує додатковий механічний захист і шар бар'єра для води навколо волокна. Цей заповнювальний матеріал являє собою, як правило, нафтопродукт або кремнійорганічні сполуки.

В альтернативному варіанті втілення канат може складатися з групи ниток або жмутів, де декілька одиниць цієї групи може мати різний хімічний склад. Таким чином, згинання ниток або жмутів з різними хімічними складами може забезпечувати простий спосіб виготовлення з керуванням фізичними і хімічними властивостями каната, з рівномірною загальною товщиною від центра до його загального зовнішнього діаметра.

Альтернативна конструкція 24-волоконних жмутів з волокнами 62,5/125 мкм або, альтернативно, 50/125 мкм з градієнтним показником заломлення, з 0,9-міліметровою напівпроникною трубкою, розташованою в середині пучка волокон. Вісім 16-волоконних жмутів пучка являють собою Е-скло, а 8 можуть являти собою Ecomab - лужноземельний силікат (alkali earth silicate, AES) - матеріал, який поставляється компанією Keramab, Haverheidelaan 4, B9140 Temse, BE, з точкою плавлення приблизно 1330 °C. Типовий склад AES-матеріалу складається з 50-82 % діоксиду кремнію, 18-43 % оксиду кальцію і/або оксиду магнію і менше 6 % оксиду

алюмінію, діоксиду титану або діоксиду цирконію і слідових оксидів. Навколо пучка намотані ще 8 додаткових жмутів з е-скла. У результаті, 8 з 24 жмутів - це AES, а інше - е-скло, яке служить для пониження температури плавлення змішаних волокон. Густина виконаного таким чином проміжного шару становить, зокрема, приблизно 0,51 г/см³. Потім проміжний волоконний шар переважно закривають металевою трубкою-оболонкою з напустковим швом з щонайменше 50 % Fe приблизно 1 мм.

В альтернативному варіанті втілення канат може повністю складатися з базальтових волокон або містити їх змішаними з волокнами Е-скла або AES для досягнення бажаної температури плавлення і густини.

Вищенаведена суть винаходу, а також подальший докладний опис винаходу будуть краще зрозумілі при зчитуванні в поєднанні з прикладеними кресленнями. З метою ілюстрації винаходу на кресленнях показані варіанти втілення, які є переважними в цей час. Однак, потрібно розуміти, що винахід не обмежено показаним точним компонуванням й інструментальними засобами. На кресленнях:

Фіг. 1 - поперечний розріз дроту з оптичним осердям, який показує проміжний шар канатоподібної форми навколо центрального оптичного волокна;

Фіг. 2 - поперечний розріз дроту з оптичним осердям, який показує проміжний шар канатоподібної форми, в який навколо центрального оптичного волокна були введені черговані жмути матеріалу, який впливає на його фізичні властивості;

Фіг. 3 показує можливі замикання зовнішньої трубки, відомої в даній галузі техніки;

Фіг. 4 - поперечний розріз розплавленої сталі в посудині, в якій в розплавлену сталь занурений дріт з осердям;

Фіг. 5 - система для вимірювання температури розплавленої сталі;

Фіг. 6 показує склад Е-скла;

Фіг. 7 показує склад базальтової породи, з якої зроблене базальтове скло;

Фіг. 8 - графік в'язкості скла залежно від температури для вибраного скла;

Фіг. 9 - поперечний розріз збільшеного в об'ємі жмути волокон;

Фіг. 10 - поперечний розріз не збільшеного в об'ємі жмути волокон.

Фігура 1 показує поперечний розріз дроту 2 з оптичним осердям, який містить зовнішнє металеве покриття або, відповідно, металеву оболонку 3, множину жмутів 4, внутрішню пластмасову трубку 5, яка також називається напівпроникною оболонкою, і оптичне волокно 6 в пластмасовій трубці 5. Зовнішня окружність оптичного волокна 6 менша, ніж внутрішній діаметр пластмасової трубки 5. Жмути 4 збільшені в об'ємі і утворені з множини волокон Е-скла.

Жмути 4 звиті навколо пластмасової трубки 5 і утворюють канат. Черговані шари жмутів розташовані в напрямках за годинниковою стрілкою 7, а потім проти годинникової стрілки 8. Оптичне волокно 6 знаходиться в центрі каната. Зовнішня оболонка утворена з низьковуглецевої сталі.

Фігура 2 показує поперечний розріз альтернативного дроту 2 з оптичним осердям, що містить зовнішнє металеве покриття або, відповідно, металеву оболонку 3, множину жмутів 4, утворених з Е-скла, множину жмутів з альтернативного матеріалу 4а, які утворюють суміш з утвореними з Е-скла жмутами 4, внутрішню пластмасову трубку 5, яка також називається напівпроникною оболонкою, і оптичне волокно 6 в пластмасовій трубці 5. Зовнішня окружність оптичного волокна 6 менша, ніж внутрішній діаметр пластмасової трубки 5. Жмути 4 і 4а збільшені в об'ємі і утворені з множини скловолон. Жмути 4 і 4а звиті навколо пластмасової трубки 5 і утворюють канат. Черговані шари жмутів розташовані в напрямках за годинниковою стрілкою, а потім проти годинникової стрілки. Оптичне волокно 6 знаходиться в центрі каната. Зовнішня оболонка утворена з низьковуглецевої сталі.

Фігура 3 показує профіль замикання трубки за переважним варіантом втілення напустковим швом 15 і, як альтернатива, потайним напустковим швом 16 і лежачим фальцем 17, відомим в даній галузі техніки і згаданим в описі.

Фігура 4 показує поперечний розріз дроту 2 з оптичним осердям, зануреного в розплавлений метал 12. Внаслідок високої температури розплавленої сталі 12 матеріал, оточуючий оптичне волокно 2, поступово плавиться 9 з вищезазначених причин. У результаті, кінчик 10 оптичного волокна виступає з грудки проміжного матеріалу 11, надлишок Па якого змивається. Після вимірювання дроту з оптичним осердям дають повністю оплавитися до верхньої поверхні рідкого металу 13.

Як показано на фігурі 5, на установці подачі дроту з осердям використовується дріт 2 з осердям з оптоволоконна 62,5/125 мкм з градієнтним показником заломлення, з напівпроникною 0,9 мм оболонкою, з проміжним шаром (1) з низькоплавкого Е-скла, оточеним 1-міліметровим металевим зовнішнім шаром сталі, замкненим за допомогою напусткового шва, який містить

щонайменше 50 % Fe. Як альтернатива, може бути використане оптоволокну 50/125 мкм або 62,5/125 мкм з градієнтним показником заломлення, з вільною оболонкою. Дріт 2 з оптичним осердям може відмотуватися з лежачої котушки 20 або рулонного стояка 20а механізмом 24 подачі дроту з осердям і заштовхуватися в напрямну трубу 25, з'єднану з внутрішнім каналом занурювального сопла 21 з'єднувачем 29 таким чином, щоб кінчик 10 оптичного волокна досягав положення 23 вимірювання. Фігура 5 показує металургійну посудину зі склепінням 22 і дном 26, але також застосовні й інші посудини для плавлення, перенесення або витримки розплавленого металу.

Починаючи з місцеположення поза посудиною, дріт 2 з осердям подають через газоохолоджувальне занурювальне сопло 21, встановлене у верхній стінці 22 посудини, причому вихідний отвір 21а сопла 21 знаходиться біля внутрішнього простору посудини. Продувальна фурма 21 являє собою концентрично виконані труба в трубі. Дріт з осердям подають через внутрішню трубу, тоді як повітря подається через насадку 27 в кільцевий простір між внутрішнім діаметром зовнішньої труби і зовнішнім діаметром внутрішньої труби і виходить в місцеположенні 28 всередині посудини. Абсолютна кількість охолоджувального повітря повинна бути вибрана такою, щоб запобігти закупорюванню виходу фурми шлаком, навіть коли пічний шлак піниться і тому вихід 21а буде знаходитися всередині шару 14 шлаку. Хоча місце занурювального сопла 21 може бути в самих різних положеннях, істотним принципом встановлення є те, що сопло має прямий доступ до поверхні 13 розплавленої сталі 12, починаючи з положення вище ванни розплавленої сталі.

Фігура 6 показує переважний склад матеріалів Е-скла з 43-74 мол. % SiO_2 , 0-8,5 мол. % B_2O_3 , 6-10 мол. % Al_2O_3 , 0,5-9 мол. % MgO , 15-28 мол. % CaO , до 2,5 мол. % Na_2O , до 0,05 мол. % K_2O , до 0,3 мол. % Fe_2O_3 , до 1 мол. % TiO_2 і/або до 2 мол. % F.

Фігура 7 показує переважний хімічний склад матеріалу волокна з базальтової породи для проміжного шару (1) з приблизно 52,8 мол. % SiO_2 , приблизно 17,5 мол. % Al_2O_3 , приблизно 10,3 мол. % Fe_2O_3 , приблизно 4,63 мол. % MgO , приблизно 8,59 мол. % CaO , приблизно 3,34 мол. % Na_2O , приблизно 1,46 мол. % K_2O , приблизно 1,38 мол. % TiO_2 , приблизно 0,28 мол. % P_2O_5 , приблизно 0,16 мол. % MnO і/або приблизно 0,06 мол. % Cr_2O_3 .

Фігура 8 показує графік залежності в'язкості від температури зразкових матеріалів волокна для проміжного шару (1). Крайня ліва крива стосується вапняно-натрієвого скла, а сусідня крива - до боросилікатного скла. Ці матеріали звичайно називаються "розплавленими" або "плавленими" в значенні даної заявки при в'язкості 10-10000 пуаз в температурному діапазоні приблизно 1200-1400 °C. Температури розм'якшення цих матеріалів становлять більше 600 °C.

Фігури 9 і 10 показують поперечний розріз жмуту, яке складається з множини волокон 1, наприклад, з Е-скла. Жмут, показане на фігурі 9, збільшене в об'ємі. Жмут, показане на фігурі 10, не збільшене в об'ємі. З цієї причини малюнок волокон за фігурою 9 менш правильний, ніж малюнок волокон 4 за фігурою 10. Крім того, збільшені в об'ємі волокна 4, показані на фігурі 9, менш компактні в порівнянні з волокнами 4, показаними на фігурі 10.

Список посилальних позначень

- 1: проміжний шар
- 2: дріт з оптичним осердям
- 3: металеве покриття; металева трубка; металева оболонка
- 4: жмут, який складається з множини волокон
- 4а жмут, який складається з множини волокон різного складу
- 5: напівпроникна оболонка; пластмасова або картонна трубка
- 6: оптичне волокно
- 7: розплавлена сталь
- 8: посудина; ківш
- 9: шлак
- 10: виступ оптичного волокна; кінчик
- 11: розплавлена грудка
- 11а: надмірний розплавлений матеріал грудки
- 12: розплавлений метал
- 13: рівень поверхні розплавленого металу
- 14: шар шлаку
- 15: замикання напустковим швом
- 16: замикання потайним напустковим швом
- 17: замикання лежачим фальцем
- 20: лежачий моток
- 21: занурювальне сопло

21а: вихід занурювального сопла
 22: склепіння посудини
 23: положення вимірювання
 24: механізм подачі дроту з осердям
 5 25: напрямна трубка
 26: дно посудини
 27: газодувний вхід
 28: вихідний продувальний газ
 29: з'єднувач
 10 30: вапняно-натрієве скло
 31: боросилікатне скло
 32: 96 %-е кварцове скло
 33: плавлений кварц
 34: температура деформації
 15 35: температура відпалювання
 36: температура розм'якшення
 37: робочий діапазон 38: робоча точка 39: точка плавлення Е: звичайне Е-скло А: наближені межі С:склад Т: температура V: в'язкість

20 ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Дріт (2) з осердям для вимірювання температури розплавленого металу (12), який містить оптичне волокно (6) і покрив, який збоку оточує оптичне волокно, причому покрив оточує оптичне волокно (6) в декілька шарів, при цьому один шар містить металеву трубку (3), а під металевою трубкою (3) розташований проміжний шар (1), при цьому проміжний шар (1) утворений з матеріалу, який має температуру плавлення від 600 до 1500 °С, і при цьому проміжний шар (1) утворений канатом, який має волокна, нерегулярно орієнтовані за межами площини тканини канату.
 25 2. Дріт (2) з осердям за п. 1, в якому матеріал проміжного шару (1) має температуру плавлення від 1000 до 1500 °С, переважно від 1200 до 1400 °С.
 3. Дріт (2) з осердям за п. 1 або 2, в якому проміжний шар (1) утворений з волокон (4, 4а).
 4. Дріт (2) з осердям за п. 3, в якому волокна (4, 4а) являють собою нескінченні волокна.
 5. Дріт (2) з осердям за будь-яким з пп. 1-4, в якому оптичне волокно (6) розташоване в центрі канату.
 35 6. Дріт (2) з осердям за будь-яким з пп. 1-5, в якому проміжний шар (1) утворений з волокон Е-скла.
 7. Дріт (2) з осердям за будь-яким з пп. 1-6, в якому проміжний шар (1) розташований між металевою трубкою (3) і виконаною з пластмаси або картону трубкою (5), і при цьому оптичне волокно (6) знаходиться всередині цієї пластмасової або картонної трубки (5).
 40 8. Дріт (2) з осердям за п. 7, в якому зовнішній діаметр оптичного волокна (6) менший внутрішнього діаметра виконаної з пластмаси або картону трубки (5), так що оптичне волокно (6) рухоме всередині виконаної з пластмаси або картону трубки (5).
 9. Дріт (2) з осердям за будь-яким з пп. 1-8, в якому густина матеріалу проміжного шару (1) становить менше 5 г/см³, переважно менше 4 г/см³, більш переважно менше 3 г/см³.
 45 10. Дріт (2) з осердям для вимірювання температури розплавленого металу (12), який містить оптичне волокно (6) і покрив, який збоку оточує оптичне волокно, причому покрив оточує оптичне волокно (6) в декілька шарів, при цьому один шар містить металеву трубку (3), а під металевою трубкою (3) розташований проміжний шар (1), при цьому частина проміжного шару (1), весь проміжний шар (1) і/або покрив, який збоку оточує оптичне волокно (6), може плавитися безпосередньо при зануренні в розплавлений метал (12) або при безпосередньому впливі розплавленого металу (12), і при цьому проміжний шар (1) утворений каналом, який має волокна, нерегулярно орієнтовані за межами площини тканини канату.
 50 11. Дріт (2) з осердям за п. 10, причому дріт (2) з осердям має занурювальну сторону для занурення в розплавлений метал (12) і протилежну сторону, при цьому проміжний шар (1) складений таким чином, щоб проміжний шар (1) плавився в ході занурення в розплавлений метал (12) на занурювальній стороні і в той же час залишався нерозплавленим і/або пористим на протилежній стороні.
 55

12. Дріт (2) з осердям за п. 10 або 11, в якому оптичне волокно (6) розташоване по центру в дроті (2) з осердям і/або покрите трубкою (5) з пластмаси.

13. Дріт (2) з осердям за будь-яким з пп. 10-12, в якому проміжний шар (1) має більш низьку температуру плавлення, ніж розплавлений метал (12), переважно менше 90 % або 50-85 % від температури плавлення металу (12).

14. Дріт (2) з осердям за будь-яким з пп. 10-13, в якому проміжний шар (1) виконаний з можливістю утворення в стаціонарному стані грудки (11) розплавленого проміжного шару (1), що оточує оптичне волокно (6) під час вимірювання.

15. Дріт (2) з осердям за будь-яким з пп. 10-14, в якому проміжний шар (1) виконаний з можливістю забезпечення такої густини в нерозплавленому стані, яка визначається як маса, ділена на об'єм пористої структури, яка щонайменше на 30 % нижче густини в розплавленому стані, що визначається як маса, ділена на об'єм конгломерованого розплавленого матеріалу.

16. Дріт (2) з осердям за п. 15, в якому густина в розплавленому стані проміжного шару (1) відповідає щонайменше 15 % і/або щонайбільше 60 % від 7 г/см^3 або загальної густини розплавленого металу.

17. Дріт (2) з осердям за п. 14, в якому густина в нерозплавленому стані проміжного шару (1) забезпечує відкриту пористість позаду розплавленої грудки (11).

18. Дріт (2) з осердям за п. 14, в якому швидкість видалення грудки (11) розплавленого проміжного шару (1) з поверхні виступу (10) оптичного волокна залежить від різниці густини між рідкою грудкою (11) і рідким розплавленим металом (12).

19. Дріт (2) з осердям за будь-яким з пп. 10-18, причому дріт (2) з осердям або металева трубка (3) не є газонепроникними за рахунок включення напусткового шва (15), або дріт (2) з осердям або металева трубка (3) є газонепроникними за рахунок включення замкового шва (16, 17).

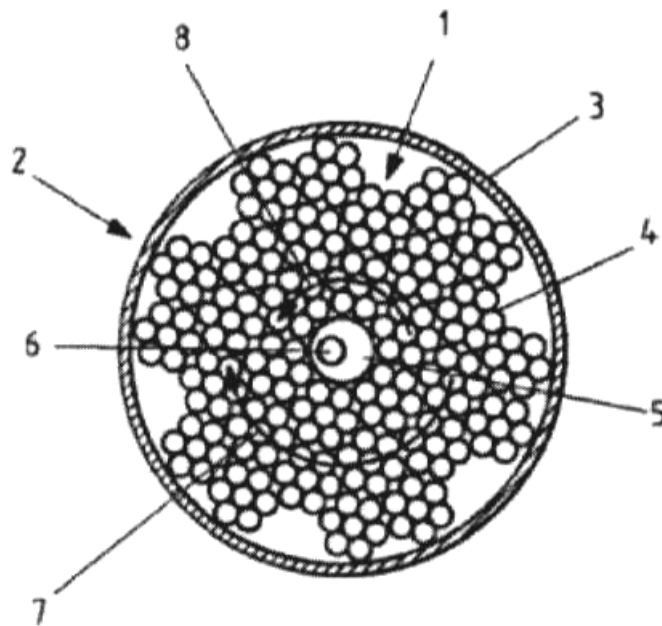


Fig. 1

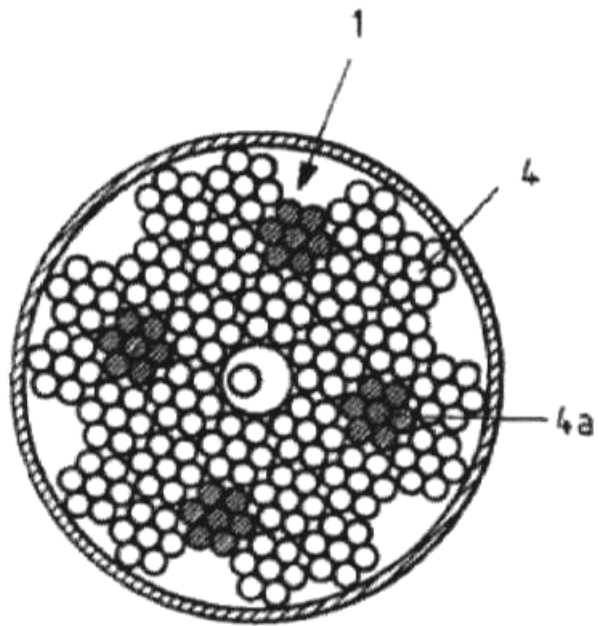


Fig. 2

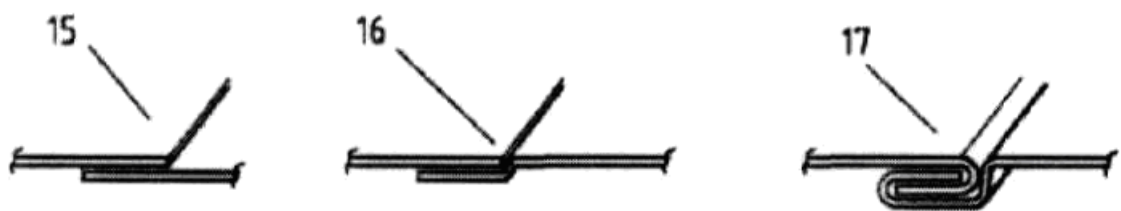


Fig. 3

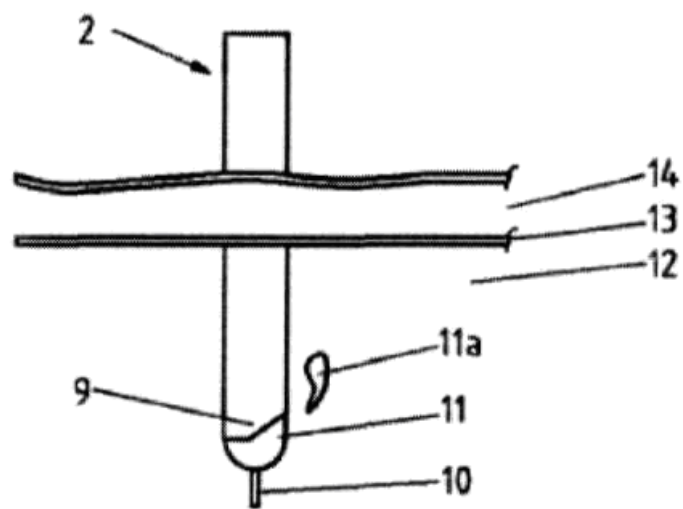


Fig. 4

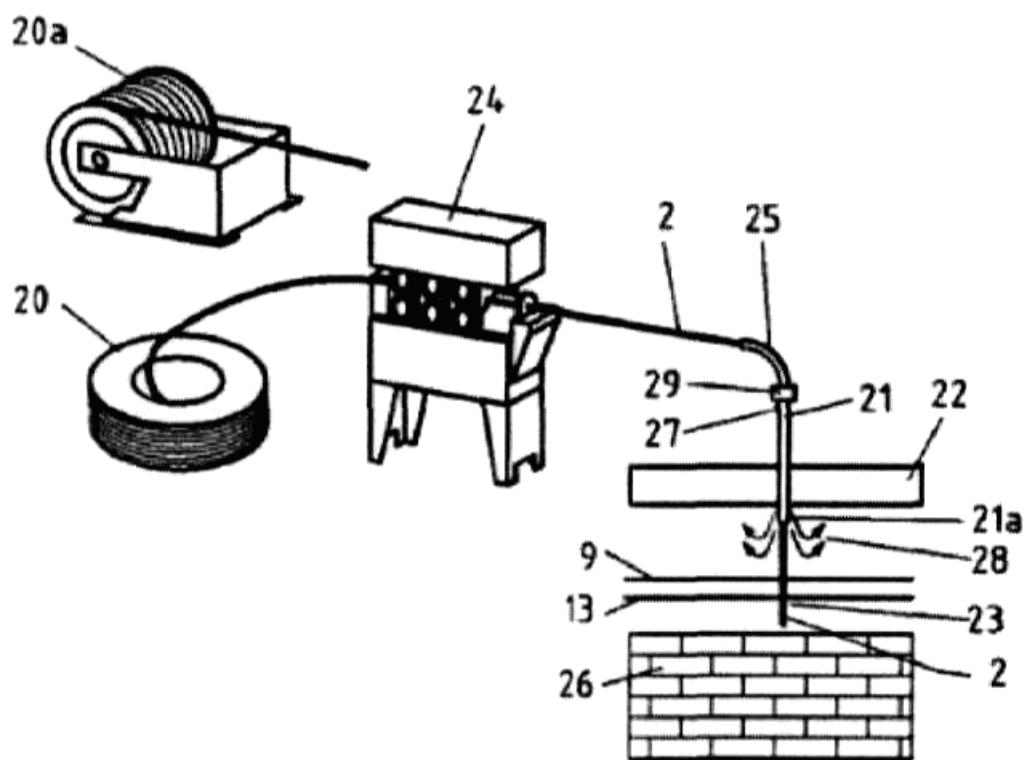


Fig. 5

	E	A
SiO ₂	56.99	43-74
B ₂ O ₃	6.12	0-8.5
Al ₂ O ₃	8.78	6-10
MgO	6.5	0.5-9
CaO	19.64	15-28
Na ₂ O	0.61	0-2.5
K ₂ O	0.00	0-0.5
Fe ₂ O ₃	0.13	0-0.3
TiO ₂	0.44	0-1
F	0.70	0-2

Фиг. 6

C	%
SiO ₂	52.8
Al ₂ O ₃	17.5
Fe ₂ O ₃	10.3
MgO	4.63
CaO	8.59
Na ₂ O	3.34
K ₂ O	1.46
TiO ₂	1.38
P ₂ O ₃	0.28
MnO	0.16
Cr ₂ O ₃	0.06

Фиг. 7

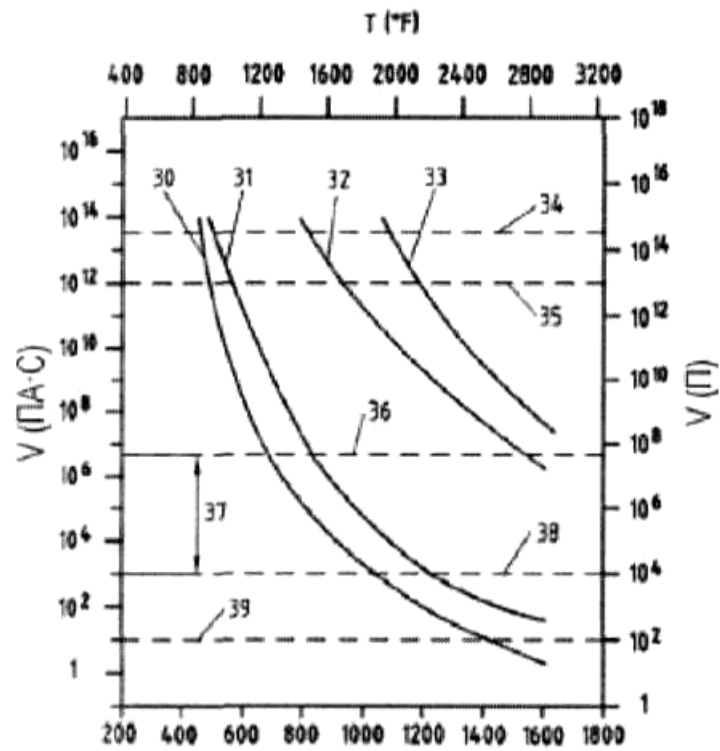


Fig. 8

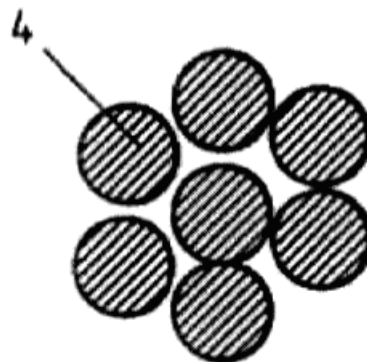


Fig. 9

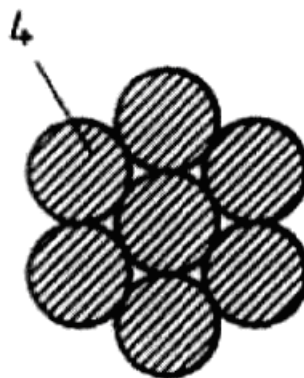


Fig. 10