



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84416 (13) C2
(51) МПК (2006)
F23G 5/20

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПІЧ І СПОСІБ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

1

(21) а200509033
(22) 26.02.2004
(24) 27.10.2008
(86) РСТ/GB2004/000781, 26.02.2004
(31) 0304306.4
(32) 26.02.2003
(33) GB
(46) 27.10.2008, Бюл.№ 20, 2008 р.
(72) ЕВАНС ТОМАС ХАДСОН
(73) ПЛАТИНУМ КОНТРОЛС ЛІМІТЕД
(56) UA 41740, F23G5/00, 17.09.2001
DE 1551845, F23G5/20, 23.04.70
DE 2204308, F23G5/20, 16.08.73
DE 2702266, F23G5/00, 27.07.78
US 4350102, F23G5/00, 21.09.82
US 5688470, C22B7/00, 18.11.97
US 6213763, F27B7/12, 10.04.2001
US 6395221, C22B7/00, 28.05.2002
US 20020074700, C22B9/16, 20.06.2002
US 2002077711, G05B23/02, 20.06.2002
WO 02077527, F02D41/14, 03.10.2002
(57) 1. Піч (10), що містить по суті циліндричний корпус (12), що має закриту (13) і відкриту (14) сторони, раму (15), шарнірно закріплену на фундаментному елементі (16a, 16b), при цьому згадана рама (15) є опорою для корпусу печі (12) для повороту під різними кутами в положення відхилення (α) від відкритої сторони (14) і під кутом (β) нахилу до відкритої сторони (14), пальник (30) для нагрівання печі і щонайменше одну підвішену на петлях заслінку (19), виконану з можливістю закривання відкритої сторони (14) печі (10), в якій стінки внутрішньої частини печі є по суті паралельними і циліндричними, при цьому одна заслінка (19) або кожна заслінка закріплена петлями на рамі (15) і виконана з можливістю нахилу і відхилення в залежності від підйому і опускання печі (10).
2. Піч за п. 1, яка відрізняється тим, що має засіб (16c, 16d) для підйому і опускання печі (10), що забезпечує відхилення корпусу (12) печі в положення від відкритої сторони (14) і нахил в положення до відкритої сторони (14).
3. Піч за п. 2, яка відрізняється тим, що засіб (16c, 16d) для підйому і опускання печі (10) містить гідроциліндр.

2

4. Піч за будь-яким із пп. 1-3, яка відрізняється тим, що кут (β), на який нахилється піч (10), менший за 20° .
5. Піч за п. 4, яка відрізняється тим, що кут (β) нахилу печі (10) менший за 15° .
6. Піч за п. 4 або 5, яка відрізняється тим, що кут (β) нахилу печі (10) менший за 10° .
7. Піч за будь-яким із пп. 1-6, яка відрізняється тим, що одна заслінка або кожна заслінка (19a, 19b) має щонайменше один оглядовий люк (34a, 34b).
8. Піч за будь-яким із пп. 1-7, яка відрізняється тим, що має систему (35) подачі палива, закріплену на печі (10), при цьому згадана система (35) подачі палива виконана з можливістю підйому і опускання разом з піччю (10).
9. Піч за будь-яким з пп. 1-8, яка відрізняється тим, що має канали (31, 32) подачі повітря і газу, через які повітря і паливо надходять в пальник (30), при цьому вказані канали утворені петлями (70, 72) заслінок (19a, 19b) або встановлені в згаданих петлях.
10. Піч за п. 9, яка відрізняється тим, що канали (31, 32) подачі повітря і палива зв'язані трубопроводами з системою (35) подачі палива, при цьому система подачі палива містить колінчасті і/або поворотні трубопровідні з'єднання (32, 33), що використовують обертальні з'єднання, які є газонепроникими.
11. Піч за будь-яким із пп. 1-10, яка відрізняється тим, що пальник (30) встановлений на заслінці (19) так, що під час її роботи тепло спрямовується в корпус (12) печі.
12. Піч за п. 11, яка відрізняється тим, що пальник (30) розміщений під кутом до осі повороту печі (10) так, що під час її роботи полум'я пальника (30) не взаємодіє із завантаженим матеріалом, що переробляється.
13. Піч за будь-яким із пп. 1-12, яка відрізняється тим, що має щонайменше один температурний датчик для вимірювання температури вогнетривкої футерівки і розплавленого матеріалу.
14. Піч за будь-яким із пп. 1-13, яка відрізняється тим, що має засіб для формування повітряної завіси біля відкритої сторони (14) печі (10), при цьому повітряна завіса під час роботи допускає зміну

(13) C2

(11) 84416

(19) UA

внутрішньої атмосфери печі по відношенню до зовнішньої атмосфери.

15. Піч за будь-яким із пп. 1-14, яка **відрізняється** тим, що має вихідний отвір (80) і поперек вихідного отвору (80) забезпечується повітряний струмінь для регулювання тиску в печі для вирівнювання тиску внутрішньої атмосфери.

16. Піч за будь-яким із пп. 1-15, яка **відрізняється** тим, що привідний електродвигун (20) виконаний з можливістю повороту печі (10) з регульованою швидкістю.

17. Піч за п. 16, яка **відрізняється** тим, що привідний електродвигун утворює частину системи (20, 22, 24) приводу печі, що містить електродвигун (20), контролер електродвигуна і механізм (24) для передачі обертального моменту від електродвигуна (20) до корпусу (12) печі.

18. Піч за п. 17, яка **відрізняється** тим, що електродвигун (20) приводить піч в рух стаціонарною передачею, наприклад зубчатою, зубчатою рейкою і шестірнею або ланцюговим приводом (24).

19. Піч за будь-яким із пп. 16-18, яка **відрізняється** тим, що система (20, 22, 24) повороту печі діє як система динамічного гальмування, що містить контролер, інвертор і електродвигун (20).

20. Піч за будь-яким із пп. 17-19, яка **відрізняється** тим, що містить периферичне кільце (22), що слугує опорою для зубців зубчатого колеса, сполученого з електродвигуном (20) ланцюгом (24), при цьому ланцюг (24) виконаний з можливістю зачеплення із зубцями зірочок або зубчатого колеса.

21. Піч за п. 20, яка **відрізняється** тим, що число зубців зубчатого колеса дорівнює половині числа зубців кроку ланцюга.

22. Піч за п. 20 або 21, яка **відрізняється** тим, що регульовані закладні клини (68) забезпечують точну посадку між периферичним кільцем (22) і зовнішньою поверхнею корпусу (12) печі.

23. Піч за п. 22, яка **відрізняється** тим, що закладні клини (68) сполучені з використанням різьбового елемента, який при затягуванні змушує клин затискати кільце (22) і забезпечує щільне охоплення концентрично зі змонтованими на поверхні кронштейнами (66) і кільцем (22).

24. Піч за будь-яким із пп. 1-23, яка **відрізняється** тим, що температурні датчики розташовані так, щоб вимірювати і формувати вихідний сигнал, що характеризує температуру заслінок (19a, 19b) печі, температуру вогнетривкої футерівки і температуру матеріалу, що переробляється.

25. Піч за будь-яким із пп. 1-24, яка **відрізняється** тим, що містить засіб (75) для прийому, кодування і передачі сигналів, щодо технологічних параметрів температури кожуха печі, температури вогнетривів, витрати паливного газу і повітря, процентного вмісту кисню в атмосфері печі і внутрішнього тиску в печі.

26. Спосіб експлуатації печі за будь-яким із пп. 1-25, при якому завантажують піч (10) завантажувальною сумішшю з флюсу і підлягаючого переплавленню матеріалу для вилучення металу, підтримують регульовану атмосферу в печі щільним закриванням печі щонайменше однією заслінкою (19), нагрівають завантажувальну суміш для розплавлення металу, перемішують суміш для прискорення відділення металу поворотом і протилежним поворотом печі (10), а також відхиленням (α) і нахилом (β) печі, повертають піч, щоб розділити флюс і розплав, і підіймають одну сторону корпусу (12) печі для розливання вилученого металу.

27. Спосіб за п. 26, який **відрізняється** тим, що повертають піч (10) з регульованою швидкістю і нахилиють піч (10) на різні кути (α , β) для перемішування і прискорення теплопередачі в матеріал.

28. Спосіб за п. 26 або 27, який **відрізняється** тим, що нагрівають піч відповідно до керуючого сигналу, сформованого з урахуванням щонайменше таких даних, як температура завантаженої суміші, маса завантаженої суміші, в'язкість завантаженої суміші, час, за який завантажена суміш досягає потрібної в'язкості, вміст атмосферного кисню в печі, швидкість підведення енергії і загальна кількість підведеної енергії.

29. Спосіб за п. 28, який **відрізняється** тим, що визначають параметри і зв'язані підпараметри і прогнозують вплив, який чинить зміна основних параметрів і підпараметрів на роботу печі.

30. Спосіб за п. 28 або 29, який **відрізняється** тим, що використовують алгоритми або довідкові таблиці параметрів і підпараметрів.

31. Спосіб за будь-яким із пп. 28-30, який **відрізняється** тим, що отримують щонайменше один сигнал зворотного зв'язку, порівнюють робочі параметри, що прогнозуються, і фактичні і обчислюють коректуючий сигнал для впливу на зміну параметра.

32. Спосіб за п. 31, який **відрізняється** тим, що застосовують мікропроцесор для контролю і керування роботою печі.

33. Спосіб за будь-яким із пп. 28-31, який **відрізняється** тим, що застосовують штучний інтелект для контролю і керування роботою печі.

34. Спосіб за п. 33, який **відрізняється** тим, що використовують нейронну мережу для контролю і керування роботою печі.

35. Спосіб за п. 34, який **відрізняється** тим, що застосовують правила нечіткої логіки для контролю і керування роботою печі.

36. Спосіб за будь-яким із пп. 28-35, який **відрізняється** тим, що додатково містить етапи оперативної діагностики процесу, підтримки віддаленого доступу, безперервного контролю і архівування.

37. Спосіб за п. 36, який **відрізняється** тим, що віддалений доступ, збір даних і безперервний контроль забезпечує система SCADA.

Даний винахід відноситься до печі, до способу її застосування і керування. Зокрема, даний вина-

хід відноситься до печі, способу застосування печі і способу керування піччю для витягання кольоро-

вих металів, наприклад: міді, свинцю і алюмінію. Зокрема, винахід придатний для витягання алюмінію.

Печі для витягання таких металів, як алюміній, широко відомі. Потреба в таких печах постійно зростає у міру того, як законодавство все більш орієнтується на підтримку регенерації і утилізації відходів, зокрема металевих відходів. Утилізація металевих відходів замість видобутку і плавлення сирови руди забезпечує також екологічні переваги. Алюміній особливо придатний для змішування витягнутого (з відходів) алюмінію зі свіжим алюмінієвим матеріалом.

В цілях даного опису винаходу і для розуміння винаходу, піч, способи її застосування і керування описані на прикладі витягання алюмінію. Однак, потрібно розуміти, що можна вносити зміни в матеріали, робочий режим і його параметри, щоб модифікувати піч для створення можливості витягання інших кольорових металів.

Печі для витягання алюмінію з відходів містять систему нагрівання, для плавлення алюмінію. У піч вводять флюс, який сприяє витягання алюмінію. Флюс складається, в основному, з NaCl і KCl, і може містити добавки інших реагентів, таких як кріоліт. Флюс або кристалічний сульфат натрію бере участь в процесі і широко відомий в даній галузі техніки. При підвищених температурах, звичайно, при 200°C-1000°C, розплавлений флюс плаває зверху розплавленого алюмінію, оскільки є менш щільним. Потім витягнутий рідкий алюміній можна розливати кантуванням або нахилом печі так, щоб флюс залишався в печі.

Існуючі печі для витягання металів мають, в основному, циліндричний корпус, який шарнірно закріплений на станині так, що даний корпус може переміщатися з першого заданого, по суті, горизонтального положення в стадії нагрівання (поки розплавляється алюміній) у друге похиле положення розливу, в якому розплавлений алюміній можна розливати. Деякі існуючі печі характеризуються корпусами, у яких є відкрита сторона, яка звужується всередину. Алюмінієвий брукт завантажують в піч, а розплавлений алюміній розливають з печі з відкритої сторони.

Опис прикладу печі для витягання металу з відкритою стороною, що звужується всередину, приведений в заявці на [європейський патент EP-A3-1243663 (Linde AG)]. Описаний спосіб переплавлення засміченого алюмінієвого брукту. Спосіб містить етапи, які полягають в тому, що: вимірюють вміст кисню в відхідному газі, що виділяється при переплавленні брукту; і використовують дане значення як параметр керування під час піролізу домішок і/або плавлення алюмінію.

Печі інших типів обладнані однією або більшою кількістю пічних заслінок. Пічну(і) заслінку(и) влаштовують на відкритій (розливній) стороні печі. Іноді пічні заслінки служать опорами для пічного нагрівника. Заслінку(и) шарнірно закріплюють на петлях в нерухомій точці, окремо від циліндричного корпусу печі. Тому пічні заслінки можна було закрити тільки, коли циліндричний корпус печі знаходився в заданому положенні.

Від печі потрібна здатність приймати задане положення, щоб втримувати розплавлений метал. Той факт, що існуючі печі повинні займати задане положення, означає, що печі можна експлуатувати тільки під одним кутом. Дану вимогу в якійсь мірі пом'якшували застосуванням відкритої сторони, що звужується всередину, яка обмежувала резервуар в печі, в який затікав розплавлений алюміній. Коли потрібно розлити розплавлений алюміній, наприклад, в жолоб (вогнетривкий приймач), іноді флюс витікає разом з розплавленим матеріалом, оскільки флюс складно відділити від розплавленого алюмінію. Одна з причин виникнення даного недоліку полягає в тому, що існуючі печі потрібно кантувати на такий кут, щоб добитися або забезпечити можливість розливу розплавленого алюмінію. У результаті, іноді розливається суміш флюсу і розплавленого алюмінію, і часто потрібна скребачка для їх розділення. Крім того, форма, що звужується, зменшувала до деякої ступеня розмір відкритої сторони корпусу печі і, тим самим, обмежувала розмір об'єктів, які можна було вмістити в піч.

При закритій заслінці неможливо спостерігати процес плавлення. Випадкове відкривання заслінки приводить до екзотермічної реакції з результатом вигоранням алюмінію при реагуванні з надмірним киснем.

Відповідно до винаходу, пропонується піч, в якій усунені вищеперелічені проблеми, що зустрічаються на існуючих печах.

Інша мета даного винаходу полягає в створенні печі, яка характеризується більш високою мірою витягання металу з металевих відходів в порівнянні з тим, що вдавалося раніше.

Відповідно до даного винаходу, пропонується піч, що містить: в основному, циліндричний корпус печі, що має закриті і відкриту сторони, по суті, постійного діаметра, раму, шарнірно закріплену на фундаментному елементі, при цьому, згадана рама служить для корпусу печі опорою для повороту під різними кутами в положення відхилення від відкритої сторони і в положення нахилу до відкритої сторони, пальник для нагрівання печі і заслінку для щільного закривання відкритої сторони.

Завдяки, по суті, постійному діаметру внутрішніх стінок циліндра печі, не обов'язково нахилити піч на дуже великий кут для розливу розплавленого металу. Крім того, при розливі процент отриманого розплавленого металу може бути набагато вищим, оскільки вже не існує обмеження в зв'язку із залишком в печі, зумовленим зливним носком або звуженням.

У переважному варіанті, заслінка закріплена петлями на рамі, яка служить опорою печі і може переміщатися при нахилі (підйомі і опусканні) печі. Перевага даного рішення полягає в тому, що заслінки завжди утримуються поблизу горловини печі. Дана перевага забезпечує подвійний позитивний ефект: по-перше, зменшується об'єм кисню, який потрапляє в піч (який може забруднити атмосферу), і, по-друге, оскільки піч підтримується в закритому стані під час роботи, зменшуються втрати тепла. Отже, підвищується ефективність, оскільки для плавлення алюмінію потрібно менше

енергії. Тому очевидно, що застосування винаходу забезпечує економічний (і більш рентабельний) процес витягання алюмінію.

У переважному варіанті, заслінка або кожна із заслінок містить, щонайменше, один оглядовий люк для спостереження за процесом плавлення, і/або через який можна розливати розплавлений матеріал. Оскільки площа оглядового люка або кожного з оглядових люків менша площі самої заслінки, то при інспекції внутрішнього простору печі втрачається менше енергії.

У переважному варіанті, заслінка або кожна із заслінок містить дві половини, закріплені на петлях з кожної сторони рами. У ілюстративному варіанті здійснення, петлі виконують функцію вбудованих каналів подачі повітря/палива, що дозволяють закривати пічну заслінку і виконувати нагрівання в атмосфері з регульованими параметрами.

У переважному варіанті, нагрівник являє собою газовий пальник і встановлений на заслінці нижчеописаним чином. Повітря для горіння переважно спрямовується в пальник через петлю пічної заслінки. Система подачі повітря і паливного газу (повітро- і газопровід) кріпиться до печі і також може нахилитися і переміщатися з піччю. Дана можливість забезпечується за допомогою колінчастого або поворотного трубопроводного з'єднання, що використовує обертові з'єднання, які є газонепроникними.

Відповідно до іншого аспекту винаходу, пропонується піч, що містить: в основному, циліндричний корпус печі, що має закриті і відкриті сторони, по суті постійного діаметра; раму, шарнірно закріплену на фундаментному елементі, при цьому, згадана рама служить для корпусу печі опорою для повороту під різними кутами в положення відхилення від відкритої сторони і в положення нахилу до відкритої сторони, є заслінка, яка відкривається і закривається поворотом на петлі, і пальник для нагрівання печі, причому, повітря і/або газ подаються в пальник по трубопроводу, що спирається або проходить через петлі.

Вищеописане забезпечується з використанням колінчастих або поворотних трубопроводних з'єднань, що використовують обертові з'єднання які є газонепроникними. У результаті, система подачі повітря або паливного газу (повітро- і газопровід) може нахилитися і переміщатися з піччю.

Пальник встановлюють переважно на одній заслінці, під таким кутом і таким чином, щоб газовий струмінь, який виходить з даного пальника, не ударяв в завантажений матеріал, що переробляється. Пов'язана з цим перевага полягає в тому, що тепло ніколи не підводиться безпосередньо до завантаженого матеріалу. Тому, на відміну від існуючих печей, менший ризик окислення розплавленого металу, що підлягає витягання. З цього безпосередньо виходить, що додатково збільшується вихід продукції.

Пальник переважно являє собою пальник для форсованого спалювання, однак, можна використовувати пальники інших типів. Теплова потужність пальника звичайно визначається по розміру і

продуктивності печі, але, звичайно, не буває менше 1200кВт.

Пальник встановлюють на заслінці або заслінках під таким кутом, щоб даний пальник забезпечував оптимальну теплопередачу в огнеупор і в матеріал, що переробляється, причому, переважно, з напрямом струменя на торцеву стінку внутрішньої поверхні корпусу печі.

У переважному варіанті, піч містить вихідний отвір. Упоперек вихідного отвору забезпечують повітряний струмінь або повітряну завісу для регулювання тиску в печі. Повітряний струмінь або повітряна завіса забезпечує вирівнювання тиску внутрішньої атмосфери печі відносно зовнішньої атмосфери. Дана особливість додатково підвищує енергетичний ККД і міру витягання, оскільки повітряна завіса ефективно ізолює піч і, тим самим, зменшує вміст кисню у внутрішній атмосфері, а, отже, знижує окислення. Крім того, завдяки ізолюючій дії, зменшуються втрати енергії з печі, наприклад, втрати в результаті конвекції. Отже, повітряна завіса біля вихлопного отвору пічної заслінки сприяє регулюванню тиску в печі і робочого режиму печі. Розміри і розташування повітряної завіси переважно призначають відповідно до розміру печі.

Система інтелектного керування, наприклад, нейромережна система керування з непарною логікою, керує важливими параметрами процесу і підпараметрами процесу, як розглянуто нижче.

Щонайменше, один датчик передбачений для визначення температури вогнетривкого футерувального матеріалу і розплавленого матеріалу.

Температурні датчики в пічних заслінках направляють на вогнетривкі футерівки і/або матеріал, що переробляється, для вимірювання температури огнеупору і матеріалу, що переробляється. Знання температури зовнішнього кожуха стінки печі і розподілу тепла по зовнішній поверхні печі забезпечує більш точне регулювання режиму нагрівання.

Безліч датчиків, розміщених з відомим розташуванням один відносно одного, дозволяють усереднити температуру печі, яку потрібно отримати, а також забезпечують важливу інформацію про нестаціонарні теплові переходи, що стосуються температури в печі.

Периферичне кільце служить зручною опорою зубчатого колеса, яке пов'язане з системою приводу. Система приводу може містити привідний електродвигун або має ланцюговий привід і виконана з можливістю зачеплення з зірочками або зубцями зубчатого колеса, розташованими навколо зовнішньої поверхні печі. Якщо застосовується ланцюговий привід, то число зубців зірочки на периферичному кільці по окружності печі, переважно, дорівнює половині числа зубців кроку ланцюга. Це зменшує натягнення і знос ланцюга і, тим самим, ослабляє вимоги до потужності привідного електродвигуна. Крім того, збільшуються терміни служби ланцюга і зірочки.

У переважному варіанті застосовують закладні клини для забезпечення точної посадки між периферичним кільцем (на якому повертає піч) і зовнішньою поверхнею печі. У переважному варіанті

дані клини сполучаються з використанням різьбового елемента, який, при стягуванні, стискає кільце і забезпечує щільне захоплення концентрично зі змонтованими на поверхні кронштейнами і кільцем. Це необхідно через відмінність в температурному розширенні, яке має місце при проведенні циклів роботи печі в її робочому режимі.

У переважному варіанті привідний електродвигун може повертати піч з регульованою швидкістю обертання. Обертання печі служить для перемішування матеріалу, що переробляється, і передачі тепла в матеріал через огнеупор. У переважному варіанті, перемішування забезпечується поворотом і протилежним поворотом печі (що забезпечується швидким включенням електродвигуна змінного струму (AC)) на задані і вибрані робочі кути і із заданими і вибраними робочими швидкостями.

Електродвигун з'єднаний з піччю, як згадувалося вище або: стаціонарною передачею, наприклад, зубчатим, рейковим або, в переважному варіанті, ланцюговим приводом. Поєднання електродвигуна, контролера електродвигуна і механізму передачі називається нижче системою повороту печі. У переважному варіанті, система повороту печі обладнана для гальмування системою динамічного гальмування. Для керування гальмуванням електродвигуна застосовують інвертор, і керовано подають постійний струм (DC) в рамках функціонування системи динамічного гальмування.

Робота системи динамічного гальмування включає в себе етап: подачі постійного струму (DC) під керуванням ланцюга зворотного зв'язку, на основі сигналу, який отримують від, щонайменше, одного датчика, що вимірює навантажувальні характеристики печі. До даних навантажувальних характеристик печі відносяться: необхідний обертальний момент і плавність обертання. Для швидкого гальмування печі, контролер набуває значення DC, оснований на конфігурації інверторів, параметрів і вихідних значень сигналу зворотного зв'язку, який застосовують для керування рівнем і інтенсивністю DC, що подається для сповільнення електродвигуна і/або фіксації конкретної орієнтації електродвигуна. Тим самим піч і її вміст фіксуються в заданому положенні. Оскільки розплавлений метал щільніший за флюс, метал опускається в нижню зону печі, звідки його можна легко розлити або повернути в протилежну сторону для забезпечення оптимального змішування відхідних матеріалів і флюсу (змішування).

Оскільки стінки внутрішньої частини печі є паралельними і циліндричними, і заслінка печі закриває відкриту сторону печі, забезпечується розлив розплаву під меншим кутом нахилу (кутом кантування). При необхідності, піч нахилиють, переважно, висуненням двох гідроциліндрів або домкратів.

Відповідно до ще одного аспекту винаходу, пропонується спосіб застосування печі, при цьому, спосіб містить наступні етапи: завантажують піч сумішшю флюсу і підлягаючого переплавленню матеріалу, з якого потрібно витягнути метал; нагрівають суміш до розплавлення металу; перемі-

шують суміш, щоб прискорити відділення розплавленого металу; і нахилиють одну сторону печі, щоб розлити розплавлений метал.

Спосіб застосування печі можна повторити після виконання етапів, які полягають в тому, що відхиляють підняту сторону, вводять свіжий підлягаючий переплавленню матеріал, з якого потрібно витягнути метал, перемішують суміш, щоб прискорити відділення металу, і підіймають одну сторону печі, щоб розлити витягнутий метал.

Кут нахилу, переважно, менший 20° , більш переважно, кут нахилу менший 15° , в найбільш переважному варіанті, кут нахилу менший 10° .

Відповідно до ще одного аспекту винаходу, пропонується спосіб керування піччю, що містить етапи, які полягають в тому, що: контролюється нагрівання піч з регулюванням, щонайменше, наступних параметрів: температура; маса завантаженого матеріалу; в'язкість завантаженого матеріалу; час досягнення в'язкості; вміст атмосферного кисню в печі; швидкість підведення енергії і загальна кількість підведеної енергії.

Заслінка або заслінки печі обладнані оглядовими дверцями або люками, які можна відкривати під час процесу для перевірки стану матеріалу, що переробляється з мінімальними втратами енергії. Однак, контроль вищезазначених параметрів, в переважному варіанті, забезпечується за допомогою безлічі датчиків і віддаленої системи збору даних, наприклад, системою диспетчерського контролю і збору даних (SCADA). У переважному варіанті система SCADA вбудована в обладнання керування піччю і збирає і аналізує всі дані про піч і вхідні і вихідні сигнали керування.

Використання систем SCADA забезпечує можливість оперативної діагностики процесу і підтримки віддаленого доступу. Завдяки даному аспекту винаходу удосконалюється безперервний контроль і електронне архівування. У переважному варіанті використовують спеціальну систему з'єднання на базі інформаційної шини для польового зв'язку, наприклад, Profi-Bus (товарний знак), якій віддають перевагу перед мережами на базі багатодротових кабелів. Локальні і віддалені блоки керування приймають і кодують сигнали для технологічних датчиків, які, в переважному варіанті, розміщують для вимірювання технологічних параметрів, охоплених системою керування технологічним процесом печі, наприклад, і без обмеження, температур обшивки печі, температур огнеупорів і витрат і тиску паливного газу і повітря.

У переважному варіанті, кут рами змінюють гідроциліндром(ами), на які корпус спирається для повороту на різні кути в положення відхилення від відкритої сторони і в положення нахилу до відкритої сторони. У переважному варіанті, застосовують гідроциліндри водно-гліколевого теплостійкого типу.

У переважному варіанті рама шарнірно закріплена на фундаментному елементі так, що вісь повороту суміщена зі зливним носком на відкритій стороні корпусу печі.

У переважному варіанті, піч виконана з можливістю витягання алюмінію з відходів.

Всі вищезазначені особливості сприяють підвищенню виходів витягнутих металів, зниженню витрати енергії, зниженню витрати флюсу і скороченню тривалостей циклів.

Система горіння печі може працювати на декількох видах палива, природному газі, пропані, котельному паливі, легкому дистильованому паливі, киснево-паливній суміші і т.д.

Варіант здійснення даного винаходу описаний нижче з посиланнями на прикладені креслення, на яких:

Фіг.1 - вигляд в перспективі переважного варіанту здійснення печі (зі знятою заслінкою), який зображує корпус печі, опорну раму і систему приводу;

Фіг.2 - вигляд збоку печі, зображеної на Фіг.1, при цьому піч знаходиться під кутом відхилення назад (а);

Фіг.3 - вигляд збоку печі, зображеної на Фіг.1, при цьому, піч знаходиться в піднятому положенні для кантування або розливу під кутом нахилу ((3);

Фіг.4 - місцевий розріз по лінії X-X, показаний на Фіг.5, що зображає переріз одного з 18 типових закладних клинів, підігнутих в контакт до сталюого «бандажа», який оточує піч;

Фіг.5 - вигляд по стрілці Y, показаний на Фіг.4, що зображає вигляд в плані одного із закладних клинів, підігнутих в контакт до сталюого «бандажа», який оточує піч;

Фіг.6А - вигляд спереду заслінки печі;

Фіг.6В і 6С - вигляд збоку заслінки печі;

Фіг.6В - схематичний вигляд зверху в плані заслінок печі (у відкритому, а також в закритому положеннях), ілюструючий поворот трубопроводів подачі повітря і газу;

Фіг.7а - структура системи, що ілюструє процес отримання висновків нечіткою логікою для деяких прикладів і (без обмеження) етапів ключових рішень в системі штучного інтелекту;

Фіг.7б - схема, що ілюструє функцію приналежності, наприклад, деяких параметрів, і (без обмеження) і деяких етапів ключових рішень в системі штучного інтелекту;

Фіг.7с - блок-схема, що ілюструє керування із зворотним зв'язком з боку системи штучного інтелекту подачею газу і повітря в піч і показує, як підвищують і знижують температуру в печі.

Загалом, на фігурах і, зокрема, на Фіг.1-3 представлена піч 10. Піч 10 містить, в основному, циліндричний корпус 12 печі, що має, по суті, постійні зовнішній і внутрішній діаметри завдяки паралельним бічним стінкам. Корпус 12 печі містить закриту сторону 13 і відкриту сторону 14. Корпус 12 може бути виконаний з сталі і футерований всередині з використанням вогнетривких футерівок або цеглин, як широко відомо в даній галузі техніки. Прикладами вогнетривких футерівок або цеглин є STEIN 60 P (товарний знак) і NETTLE DX (товарний знак).

Рама 15 призначена для опори корпусу 12 печі при повороті за годинниковою стрілкою і проти годинникової стрілки, як показано стрілками А. Для повороту корпусу 12, рама 15 може містити опорні колеса, на які спирається корпус 12, і електродвигун 20, що приводить в рух зубчасте колесо 22 на

корпусі 12. Обертальний момент передається від електродвигуна 20 на зубчасте колесо ланцюгом 24.

Рама 15 шарнірно закріплена на фундаментному опорному елементі, виконаному у вигляді стояків 16А і 16В, закріплених в ґрунті, при цьому, даний елемент забезпечує вісь повороту "Z-Z". Кут рами відносно стояків 16а, 16b можна змінювати, так що рама 15 може служити опорою для корпусу 12 і забезпечувати можливість його повороту на різні кути (б) до горизонталі в положенні відхилення від відкритої сторони (горловина печі) і (в) в положенні нахилу до відкритого кінця. Кут нахилу рами змінюють гідроциліндрами 16с, 16d. У переважному варіанті, застосовують гідроциліндри 16с і 16d водно-гліколевого теплостійкого типу.

Корпус 12 печі містить зливний носок 17 в найнижчій точці відкритої сторони 14, і вісь повороту "Z-Z" суміщена зі зливним носком 17 на відкритій стороні 14 корпусу 12 печі.

Як показано на Фіг.6а, 6b і 6с, рама 15 містить на одному кінці опорну конструкцію 15а заслінки, на якій закріплена на петлях заслінка 18 для щільного закривання відкритої сторони 14. Заслінка 18 складається з двох заслінок 19а і 19b, закріплених на петлях на протилежних сторонах опорної конструкції 15а заслінки. Заслінки можуть повертатися від відкритої сторони 14, щоб можна було завантажувати піч або розливати розплавлений метал, або заслінки можуть повертатися до відкритої сторони 14 для її щільного закривання. На практиці між заслінками і відкритою стороною 14 існує зазор, коли заслінки щільно закривають відкриту сторону.

Пальник 30 встановлений на заслінці 19b. У пальник 30 можна подавати паливо (наприклад, природний газ) і повітря по підвідному трубопроводу або каналу 31, при цьому, газ подається через обертове з'єднання 32 для газу, а повітря подається через обертове з'єднання 33 для повітря. Підвідний трубопровід 31, обертове з'єднання 32 для газу і обертове з'єднання 33 для повітря спільно називаються системою 35 подачі палива. Дальність вильоту газів з пальника 30 може досягати 4 м або навіть 6 м в довгих печах. Оскільки систему подачі газу фактично можна перемішувати в двох ортогональних напрямках за допомогою обертових з'єднань 32 і 33, можна повертати у відкрите положення заслінку (або кожну із заслінок) печі, а також нахилати піч на гідроциліндрах 16с і 16d, при працюючому(их) пальнику(ах) 30.

Кожна із заслінок 19а і 19b містить оглядовий люк 34а і 34b для спостереження за процесом плавлення і/або забезпечення можливості розливу розплавленого металу. Це дає перевагу над раніше відомими печами відповідно до вищевикладеного пояснення.

Температурні датчики (не показані) забезпечують вимірювання температури вогнетривкої футерівки і розплавленого матеріалу. Датчики встановлені на зовнішній поверхні корпусу 12. У переважному варіанті, в заслінці виконаний отвір, що дозволяє датчику "спостерігати" внутрішню зону печі 10. Сорочку повітряного охолодження (не показана) обладнують додатково, щоб забез-

печити можливість зниження оточуючої температури роботи температурних датчиків для запобігання їх пошкоджень. Сорочка повітряного охолодження діє також як засіб продування для видалення пилу і кіптяви з датчиків і іншого контрольно-вимірювального обладнання і утримання в чистоті оглядового вікна.

Повітряні завіси 45a і 45b передбачені для кожної заслінки 19a і 19b. Повітряні завіси 45a і 45b забезпечують можливість точного регулювання тиску внутрішньої атмосфери. Різниця між тиском внутрішньої атмосфери печі і зовнішнім (оточуючим) тиском можна завдяки цьому точно регулювати урівноваженням повітряних(ої) завіс(и) улоперек вихлопного отвору 80.

Піч 10 забезпечена вихідним отвором 80 в заслінці (або заслінках), і на ній також обладнане повітряне сопло 50 для регулювання тиску в печі. Теоретично, вміст кисню в атмосфері печі 10 дорівнює 0%, і дане значення регулюється як один з регульованих параметрів зниженням масової витрати повітря при спалюванні палива. Підтримання вмісту кисню на даному рівні або поблизу нього, коли алюміній стає пластичним, знижує ризик окислення і, тому, підвищує вихід продукції.

У переважному варіанті, піч 10 призначена для витягання алюмінію з відходів, і тому в неї завантажують, NaCl і KCl і, в деяких випадках, невеликі кількості інших реагентів, наприклад, кріоліту, для полегшення процесу витягання алюмінію.

При роботі, корпус 12 піч 10 відхиляють назад від відкритої сторони так, що закрита сторона виявляється нижче відкритої сторони. Про дане положення печі кажуть як про відхилення або нахил назад. Заслінки 19a і 19b можуть віддалятися від відкритої сторони 14 для надання можливості завантаження матеріалів в корпус 12 печі. Широке відкривання полегшує даний процес. Потім заслінки 19a і 19b можна притиснути до відкритої сторони 14 для щільного її закривання. Потім на печі приводять в дію палик 30 для розплавлення металу завантаженого в корпус 12.

Оскільки корпус 12 відхилений, розплавлений метал не виливається через відкриту сторону. Отже, для даної печі не обов'язкове звуження сторони до невеликого розміру, як в раніше відомих печах, тому завантаження полегшується, і можна завантажувати великі об'єкти, і, що найбільш важливо, можна зручніше і в більш повному об'ємі проводити розливання розплавленого металу. Оскільки заслінки 19a і 19b підвішені на петлях до рами 15, заслінки можна закривати при будь-якому куті нахилу (б або в) корпусу печі. Заслінки 19a і 19b можна потім повернути від відкритої сторони 14 для надання можливості розливання розплавленого металу.

Утилізацію такого металу, як алюміній, характеризує ряд різних параметрів. До них відносяться: типи флюсу і його процентний вміст, подача тепла (тривалість, температура), втрати розплаву, спосіб завантаження, типи і маса технологічних матеріалів, стан відпрацьованого флюсу і залишків оксидів, швидкість повороту корпусу печі і кут нахилу. До інших параметрів, які застосовні до роботи печі і керування піччю, відносяться: масовий потік сти-

снутото повітря, температура оточуючого повітря, теплотвірна здатність палива, що подається, і витрата палива.

Вищезазначені і, можливо, інші параметри, наприклад, при витяганні інших металів, в переважному варіанті, регулюються системою керування піччю, яка містить процесор (наприклад, мікропроцесор в персональному комп'ютері), який може бути також складовою частиною печі згідно з даним винаходом.

Пікові навантаження привідного електродвигуна 20 можна контролювати з використанням даних зворотного зв'язку по струму, що виробляються контролером (не показаний) привідного електродвигуна 20. Сигнал зворотного зв'язку від приводу електродвигуна 20 для повороту печі 10 наповненої твердими брусками, відходами і шматками металевого брухту характеризується наявністю піків. Як тільки матеріал розплавляється, і розплавлений матеріал відділяється, характеристики повороту печі 10 стають набагато плавнішими, і пікові навантаження на електродвигун 20 зменшуються і, зрештою, зникають в стаціонарному режимі. Дану інформації, можна використовувати спільно з іншими параметрами для визначення оптимального часу для розливання алюмінію.

Раніше, настройки робочих параметрів встановлювали досвідчені оператори печей під час технологічного циклу, при цьому, у кожного окремого оператора є власні переваги відносно кожної настройки параметра або діапазону настройок. Тому точність повторення настройок параметрів під час технологічного циклу була відсутньою і, відповідно, змінювався ступінь витягання металу.

Регулювання і контроль параметрів напряму сприяють забезпеченню максимально можливих ступенів витягання. Як і у випадку з багатьма технічними системами, не завжди вдається оптимізувати всі параметри в один і той же момент під час процесу витягання. Наприклад, підведення дуже великої кількості тепла, коли алюміній перебуває в стадії пластичності або розплаву, може спричинити окислення алюмінію через його спорідненість до кисню. Це сильно зменшує вихід продукції при витяганні. Об'єм кисню, що подається в палик 30, в переважному варіанті зменшують на певних етапах технологічного циклу, щоб максимально збільшити витягання. Однак, часто це відбувається за рахунок витрат на паливо. Тому параметри потрібно уважно і безперервно контролювати вчасно і протягом всього процесу.

Досвідчені оператори забезпечують зміни ступенів витягання. Завдяки контролю параметрів і використанню системи штучного інтелекту з оптимізованим діапазоном параметрів, відповідно до аспекту даного винаходу, який в будь-який момент забезпечує оптимізацію настройок параметрів, усуваються неузгодженості в роботі і підвищуються показники виходу продукції.

Нижче перераховані деякі параметри процесу, які контролюють при утилізації алюмінію:

1. Тип флюсу, що використовується, і процентний вміст в суміші хлориду натрію (NaCl), хлориду калію (KCl). Частка флюсу, що використовується, для кожного типу металевої продукції, що переро-

бляється, наприклад, для пом'ятих банок з-під напоїв може змінюватися і бути більшою, ніж наприклад, для великих блоків двигунів. Для переробки окалини звичайно потрібно більше флюсу, ніж, наприклад, для звичайного алюмінієвого брухту.

2. При проведенні процесу потрібно регулювати температуру флюсу, а також момент введення свіжого флюсу і його відносну кількість в процесах. У переважному варіанті визначають також, коли флюс стає відпрацьованим.

3. Важливим параметром є кількість теплоти, необхідної для переробки продукції різного типу. Температурні вимоги для продукції різного типу можна зберігати в пам'яті, наприклад, в довідкових таблицях, і використовувати для розрахунку часу, необхідного для нагрівання продукції різних типів.

4. Температури відхідних газів для різних сплавів контролюють, щоб отримати дані про поширення процесу.

5. Втрати розплаву (кількість алюмінію, що втрачається при проведенні процесу) дає показання виходу витягнутої продукції в процесу. Попереднє знання різних втрат розплаву в залежності від типів сплавів, що переробляються, можна використовувати для підвищення ефективності витягання.

6. Вплив температури на різні сплави; вплив часу і температури, необхідних для різних сплавів.

7. Спосіб завантаження матеріалу, що переробляється, змінюється відповідно до характеру завантаження щільних і легких матеріалів і наслідків даного завантаження. Процентні масові вмісти матеріалів, що завантажуються, з розрахунку досягнення найкращих результатів витягання.

8. Стан відпрацьованого флюсу і залишкових оксидів, а також кількість алюмінію, що міститься у відпрацьованому флюсі. Стан відпрацьованого флюсу, залишкових оксидів і кількість алюмінію, що міститься в них, є технологічним параметром, який залежить також від інших технологічних параметрів. Тому контроль стану і надходження даних зворотного зв'язку в систему керування вважається корисним.

9. Швидкість повороту і кут нахилу печі. Швидкість повороту печі призначають в залежності від виду продукції. Напрямом повороту печі (за годинниковою стрілкою або проти годинникової стрілки) при проведенні процесу. Кут нахилу під час циклу в печі звичайно знаходиться в межах 0° - 20° .

Як показано на Фіг.7а, b і c, щонайменше, деякі з вищезазначених параметрів, разом з іншими перерахованими нижче параметрами, важливі для збільшення ступеню витягання і виходу алюмінію. Даними параметрами є (не в порядку значущості): температура огнеупору, тривалість циклу, ступінь витягання, температура металу, флюс, кількість тепла, що підводиться, швидкість повороту, тип матеріалу і сплав, спосіб завантаження і кут нахилу печі. Кожний з вищезазначених основних параметрів має зв'язані підпараметри. Наприклад, основний параметр для огнеупору визначається наступними підпараметрами: температура огнеупору, загальна кількість тепла, що підводиться, і тривалість підведення тепла. Температура кожуха печі залежить від температури огнеупору, залеж-

ності між температурою огнеупору і температурою обшивки печі у часі, зміни температури огнеупору при розливанні металу, зміни температури огнеупору при завантаженні металу і від температури огнеупору при розплавленні флюсу.

По суті, може бути, щонайменше, десять основних параметрів і декілька підпараметрів, від яких залежать основні параметри, важливі для забезпечення максимально можливих ступенів витягання. Існує безліч різнотипних сплавів, які можна переробляти, причому, всі вони вимагають забезпечення особливих параметрів для оптимізації ступеня витягання. Неможливо оптимізувати кожний параметр в будь-який момент проведення процесу, наприклад, дуже велика кількість тепла, що підводиться, при знаходженні алюмінію в стадії пластичності або розплаву приведе до вигорання алюмінію через його спорідненість з киснем і, тому, значно зменшить ступінь витягання, що позначається на тривалості технологічного циклу. Об'єм кисню, що подається в палиник, потрібно зменшувати на деяких стадіях технологічного циклу для максимального підвищення ступеня витягання, однак, за рахунок витрат на паливо і тривалість циклу.

Тому параметри необхідно оптимізувати, по можливості, під час і протягом всього процесу. Раніше, настройки робочих параметрів встановлювалися операторами печі протягом технологічного циклу, при цьому, у кожного окремого оператора є власні переваги відносно кожної настройки параметра. Тому точність повторення настройок параметрів під час технологічного циклу була відсутньою. У результаті, змінювався ступінь витягання металу.

Відповідно до одного аспекту винаходу, що стосується керування, визначаються підпараметри в рамках основних параметрів і прогнозується (наприклад, з використанням алгоритмів або довідкових таблиць) вплив основних параметрів і підпараметрів на весь процес. Як альтернатива мікропроцесору або додатково до нього, в переважному варіанті застосовують штучний інтелект (наприклад, у вигляді нейронної мережі або правил нечіткої логіки) для контролю і керування роботою печі.

Нижче, тільки з метою ілюстрації, приведений опис зразкового регульованого параметра, з посиланням конкретно на Фіг.7b і 7c. Конкретним параметром є температура кожуха печі. Датчики 100, 102 і 104 вимірюють температуру в трьох незалежних місцях на поверхні корпусу 12 печі. Інформація, що відноситься до температур в трьох даних місцях, передається в систему SCADA 119, або безпосередньо, або по стійкій до шумів шині. Дані, що відносяться до цих і інших параметрів, передаються в мікропроцесор 120. Мікропроцесор 120 під керуванням відповідного програмного забезпечення вибирає інформацію з довідкової таблиці 140 або з пам'яті 130 даних функції приналежності. Дані функції приналежності виводяться з відомих характеристик системи або можуть бути отримані інтерполяцією, наприклад, з графічної інформації типу показаної на Фіг.7b. Згадану операцію можна виконати цифровими засобами. З використанням

мереж з нечіткою логікою, як показано на Фіг.7а, мікропроцесор 120 в даному конкретному прикладі обчислює для витрати повітря і/або витрати газу (палива) будь-яку зміну або поправку, яка може бути необхідною для зміни внутрішньої температури печі 10.

Керуючі сигнали, що формуються мікропроцесором 120, передаються в повітряний компресор 150 і пристрій 160 подачі газу по каналах L1 і L2 керування, відповідно. Отже, в даному конкретному прикладі, знання температур T1, T2 і T3 кожуха печі можна застосовувати спільно з системою 200 керування для підвищення внутрішньої температури печі (і, тому, температури вмісту печі) за допомогою підведення більшої кількості енергії через паливник 30.

Фіг.7b дає графічне представлення структури системи, яка визначає процес отримання нечіткою логікою висновків по вхідних параметрах відносно вихідних параметрів. У вхідних інтерфейсах процес перетворює аналогові вхідні сигнали в «нечіткі» значення. Нечіткі висновки робляться в, так званих, блоках правил, які містять лінгвістичні правила керування. Дані правила можуть розрізнятися в залежності від конкретної фірмової системи. Вихід даних блоків правил відомий як лінгвістичні змінні.

На вихідній стадії, нечіткі змінні перетворюються в аналогові змінні, які можна використовувати як цільові параметри, по яких конфігурують систему керування для приведення в рух елементів обладнання, наприклад, компресора 150, електродвигуна 20 або клапана 165 на трубопроводі подачі газу 166.

Таблиця 1 спільно з Фіг.7а і 7b показує, як отримується «нечітка» система, що містить вхідні інтерфейси, блоки правил і вихідні інтерфейси. З'єднувальні лінії на Фіг.7а символічно означають в графіку потік даних. Точки визначення на графіку (Фіг.7b) показані в зв'язку з конкретними умовами в таблиці.

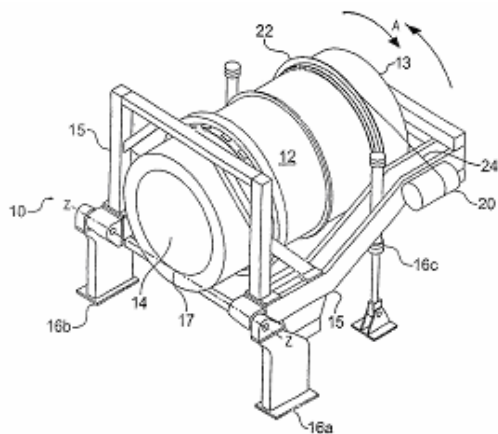
На Фіг.7c показано, як здійснюється керування піччю на прикладі тільки одного параметра керування пальником - з використанням інформації і керуючих сигналів, отриманих в процесі дії нечіткої логіки. Фахівцям очевидно, що система 200 одночасно регулює багато які параметри і підпараметри, і що регулювання температури описане тільки для прикладу.

Винахід може приймати форму, відмінну від конкретної вищеописаної форми.

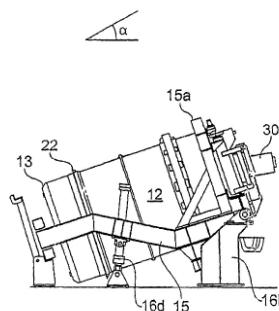
Наприклад, фахівцям в даній галузі техніки очевидні модифікації, що не виходять за межі об'єму даного винаходу.

Таблиця 1

Назва умови	Форма кривої зміни параметра	Точки визначення (x, y)		
Дуже низький	Лінійна	(0,1) (50,0)	(10,1)	(15,0)
Низький	Лінійна	(0,0) (25,0)	(10,0) (50,0)	(15,1)
Середній	Лінійна	(0,0) (35,0)	(15,0) (50,0)	(25,1)
Високий	Лінійна	(0,0) (40,0)	(25,0) (50,0)	(35,1)
Дуже високий	Лінійна	(0,0) (50,1)	(35,0)	(40,1)



Фіг. 1



Фіг. 2

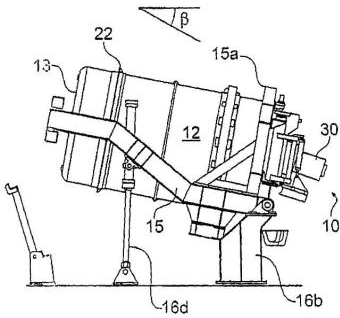
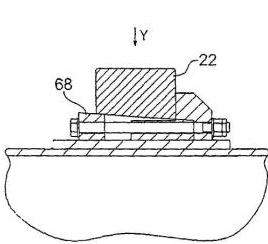
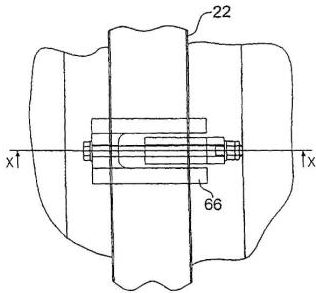


Fig. 3



Розріз по X-X

Fig. 4



Вигляд по стрічці Y

Fig. 5

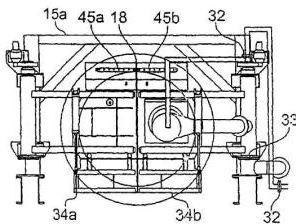


Fig. 6a

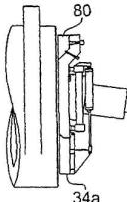


Fig. 6b

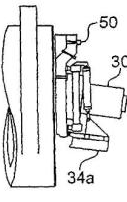


Fig. 6c

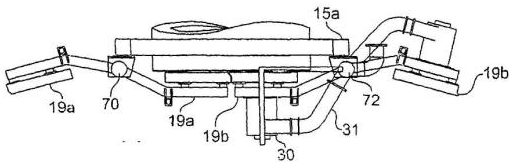


Fig. 6d

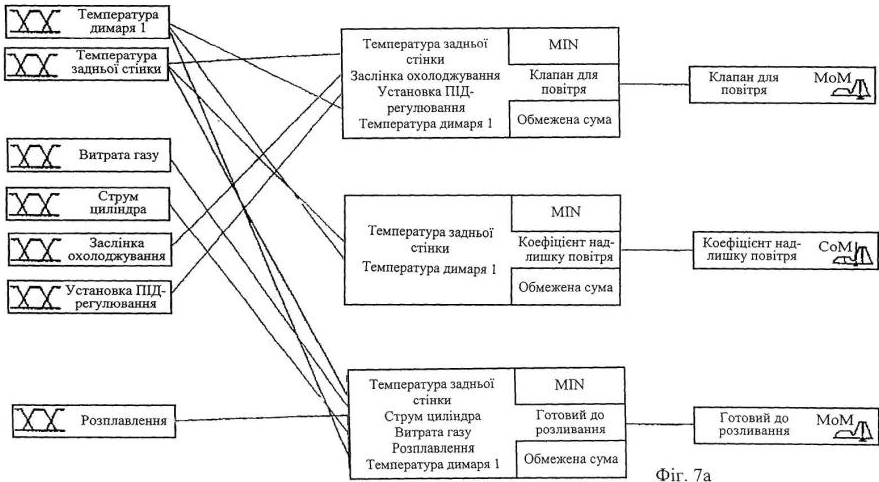
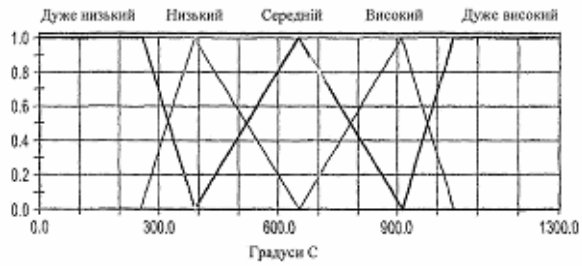
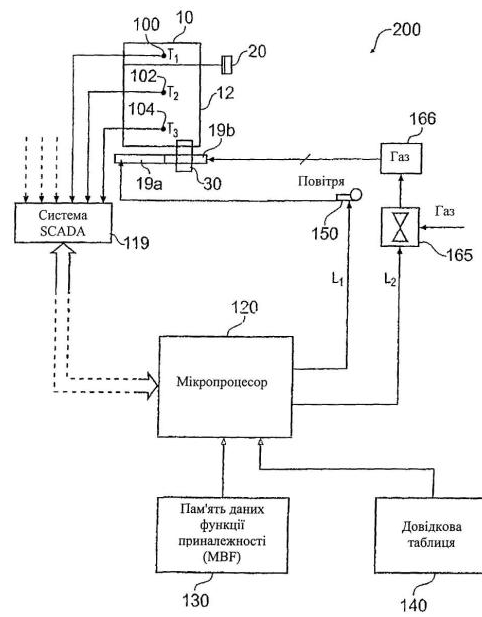


Fig. 7a



Фіг. 7b



Фіг. 7c