



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 88041

(13) C2

(51) МПК (2009)  
G01N 27/72МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ВУГЛЕЦЮ В ЧАВУНАХ І СТАЛЯХ

1

2

(21) а200708239

(22) 19.07.2007

(24) 10.09.2009

(46) 10.09.2009, Бюл.№ 17, 2009 р.

(72) МОІСЕЄВ ЮРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, ЛІЧАК ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ, КУДРЯВЧЕНКО МИКОЛА ОЛЕКСАНДРОВИЧ, ТЕРНОВИЙ СЕРГІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ

(73) ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ НАН УКРАЇНИ

(56) UA 79384 C2, 11.06.2007

UA 79373 C2, 11.06.2007

SU 55475, 31.08.1939

SU 613234, 30.06.1978

JP 61210942, 19.09.1986

SU 1821724 A1, 15.06.1993

(57) Пристрій для визначення вмісту вуглецю в чавунах і сталях, який містить постійний магніт (1), закріплений на поворотному механізмі (2), циліндричний неферромагнітний неелектропровідний кон-

тейнер (3) для досліджуваного зразка (4), закріплену в контейнері термопару (23), обмотку (5) з жаростійкого немагнітного сплаву, рівномірно навиту на контейнері і через перший вхід (9-10) комутуючого елемента (11) та його перший вихід (12-13) підключену до джерела (14) електричного струму, а через другий вихід (15-16) - до першого входу (17) вимірювального блока (18), другий вхід якого (22) з'єднаний з термопарою (23), а вихід (21) підключено до другого входу (20) комутуючого елемента, що управляє перемиканням обмотки (5) між виходами (12-13; 15-16) комутуючого елемента, який **відрізняється** тим, що обмотка (5) виконана з двома відводами (24-25), що підключені до нормально відкритих контактів (26-27) комутуючого елемента (11) та поділяють обмотку на три секції, з яких середня секція (24-25) має витків в 3,5-4 рази більше, ніж кожна з крайніх секцій (7-24; 25-8).

Винахід належить до галузі дослідження фізичних та хімічних властивостей матеріалів за допомогою електромагнітних методів аналізу і може бути використаний в металургії та ливарному виробництві.

Відомі пристрої, в яких змінним магнітним полем діють на зразок досліджуваного матеріалу і визначають його властивості за допомогою сигналу електрорушійної сили індукції в цьому зразку та попередньо знайденої (експериментально або теоретично) залежності виміряного сигналу від контрольованих характеристик матеріалу (А.С. СРСР №1756813, опубл. 23.08.92. Б.В. №31; А.С. СРСР №1821724, опубл. 15.06.93. Б.В. №22; Пат. №60612А, Україна, МПК7 G01N27/72, опубл. 15.10.2003. Бюл. №10, 2003р., А.М. Дымов. Технический анализ. М., Металлургия, 1964, с.28-30).

Недолік відомих пристроїв полягає в тому, що при дослідженні залізовуглецевистих сплавів чутливість сигналу електрорушійної сили індукції до змін кількості вуглецю в зразку знижується, якщо вміст в ньому цього елемента перевищує 1,5%. Це суттєво обмежує можливості даного методу конт-

ролю, оскільки в чавунах вміст вуглецю перевищує зазначену позначку.

Найбільш близьким технічним рішенням, яке обрано прототипом, є пристрій для визначення вмісту вуглецю в залізовуглецевистих сплавах магніто-електричним способом, який включає постійний магніт, закріплений на поворотному механізмі, циліндричний неферромагнітний неелектропровідний контейнер для досліджуваного зразка, закріплену в контейнері термопару, обмотку з жаростійкого немагнітного сплаву, рівномірно навиту на контейнері і через перший вхід комутуючого елемента та його перший вихід підключену до джерела електричного струму, а через другий вихід - до першого входу вимірювального блоку, чий другий вхід з'єднаний з термопарою, а вихід підключено до другого входу комутуючого елемента, що управляє перемиканням обмотки між виходами комутуючого елемента (Пат. №79384, Україна, МПК7 G01N27/72).

Недоліком прототипу є нерівномірне нагрівання зразка, обумовлене тим, що його кінці охолоджуються набагато інтенсивніше, ніж втрачає теп-

(13) C2

(11) 88041

(19) UA

ло середня частина зразка. Експериментально встановлено, що при нагріванні його верхнього ("найхолоднішого") торця до 500K температура середньої частини може підвищуватись до 850K. Отже, існує загроза перегріву тіла зразка до температури, при якій цементит розчиняється в фериті, внаслідок чого порушується пропорційність між вмістом в зразку вуглецю і цементиту, а це зменшує чутливість пристрою до кількості даного хімічного елемента в досліджуваному сплаві, знижує надійність його роботи.

В основу винаходу покладено задачу розробити пристрій для визначення вмісту вуглецю в залізовуглецевистих сплавах, в якому нагрівання зразка відбувається рівномірніше по довжині, а температура його частин залишається в межах діапазону, де весь цементит переходить в парамагнітний стан і без втрат повертається в феромагнітну фазу.

Поставлену задачу вирішено тим, що у пристрої для визначення вмісту вуглецю в чавунах і сталях, який включає постійний магніт, закріпленний на поворотному механізмі, циліндричний неферомагнітний неелектропровідний контейнер для досліджуваного зразка, закріплену в контейнері термопару, обмотку з жаростійкого немагнітного сплаву, рівномірно навиту на контейнері і через перший вхід комутуючого елемента та його перший вихід підключену до джерела електричного струму, а через другий вихід - до першого входу вимірювального блока, чий другий вхід з'єднаний з термопарою, а вихід підключено до другого входу комутуючого елемента, що управляє перемиканням обмотки між виходами комутуючого елемента, згідно з винаходом, обмотка виконана з двома відводами, що підключені до нормально відкритих контактів комутуючого елемента та поділяють обмотку на три секції, з яких середня секція має витків в 3,5-4 рази більше, ніж кожна з крайніх секцій.

Конструкція запропонованого винаходу ілюстрована його схемою Фіг. Магніт 1 закріплено на валу поворотного механізму 2 таким чином, що відносно осі обертання завжди зберігається симетрія магнітного поля. Поворотний механізм має синхронний електродвигун з редуктором. В площині обертання магніту на рівній відстані від його полюсів закріплено циліндричний неферомагнітний неелектропровідний контейнер 3 для досліджуваного зразка 4. Зовнішню бокову поверхню контейнера покрито електроізолюючим шаром, на який навито обмотку 5 з жаростійкого немагнітного сплаву (наприклад, ніхрону). Зовнішнє покриття 6 є тепловою ізоляцією. Крайні кінці 7 і 8 обмотки підведені до 2 рухомих електричних контактів 9 і 10, які є першим входом комутуючого елемента 11 (реле). Ці контакти механічно зв'язані і перемикаються одночасно. Нерухомі нормально відкриті контакти 12 і 13 (перший вихід комутуючого елемента) підключені до виходу блока 14 живлення електричним струмом обмотки 5, а нерухомі нормально закриті контакти 15 і 16 (другий вихід комутуючого елемента) з'єднані з першим входом 17 вимірювального блока 18, в якому відбувається вимірювання, обробка та формування електричних сигналів. Обмотка 19 реле, яка є другим входом 20 комутуючого елемента і управляє переми-

канням обмотки 5 між виходами комутуючого елемента, підключена до входу 21 блока 18, на якому формується сигнал потрібний для живлення обмотки реле. До другого входу 22 блока 18 підключена термопара 23. Її робочий спай закріплено на дні контейнера 3, внутрішній діаметр якого зменшується донизу, що забезпечує надійний контакт спаю термопари з торцем зразка. Обмотка 5 має два відводи 24 і 25, які підключені до нормально відкритих контактів 26 і 27 комутуючого елемента 11. Кількість витків в середній частині обмотки між відводами 24 і 25 в 3,5-4 рази перевищує їх число в кожній з крайніх секцій (24-7) і (25-8). В блоку 18 є процесор, за допомогою якого сигнали, що індукуються в обмотці 5 і виникають в термопарі 23, можуть бути зафіксовані і оброблені за спеціальною програмою, а результат їхнього аналізу - переведений в показник вмісту вуглецю в пробі контрольованого сплаву. Визначення результату відбувається порівнянням сигналів, виміряних при дослідженні однакових за розмірами зразків з фериту (еталону) та з контрольованого сплаву (проби). Зразки, потрібні для роботи пристрою, мають бути довжиною не менше 40мм і повинні виготовлятися втягуванням рідкого металу в кварцову трубку внутрішнім діаметром 3мм, для чого в її порожнині створюють вакуум. При такому способі відбору проби весь вуглець локалізується в цементиті, поверхня проби не має дефектів, що виникають при кокільному литті, а зразок не потребує термічної обробки.

Пристрій працює наступним чином. При знеструмленому двигуні магніт 1 повертають в горизонтальну позицію, еталонний зразок вкладають в контейнер 3 і закріплюють фіксатором (цей елемент на кресленні не показано). Після вмикання живлення блок 18 переводять в режим нагріву зразка, внаслідок чого на його виході 21 постійно діє напруга, обмотка 19 реле перебуває під струмом, а обмотка 5, живлячись від блоку 14, нагріває зразок. Оскільки в цей час контакти 26 і 27 замкнені, середня частина обмотки між відводами 24 і 25 знеструмлена, тобто інтенсивне нагрівання спрямовується на периферійні частини зразка, де втрати тепла найбільші. Завдяки високій теплопровідності сплаву температура середньої частини зразка досить швидко зростає, а далі і перевищує температуру його верхнього торця. Регулюванням струму в крайніх секціях обмотки це перевищення можна зменшити до 100K, що гарантує перехід всього цементиту в парамагнітний стан і надійно перешкоджає його розчиненню в фериті.

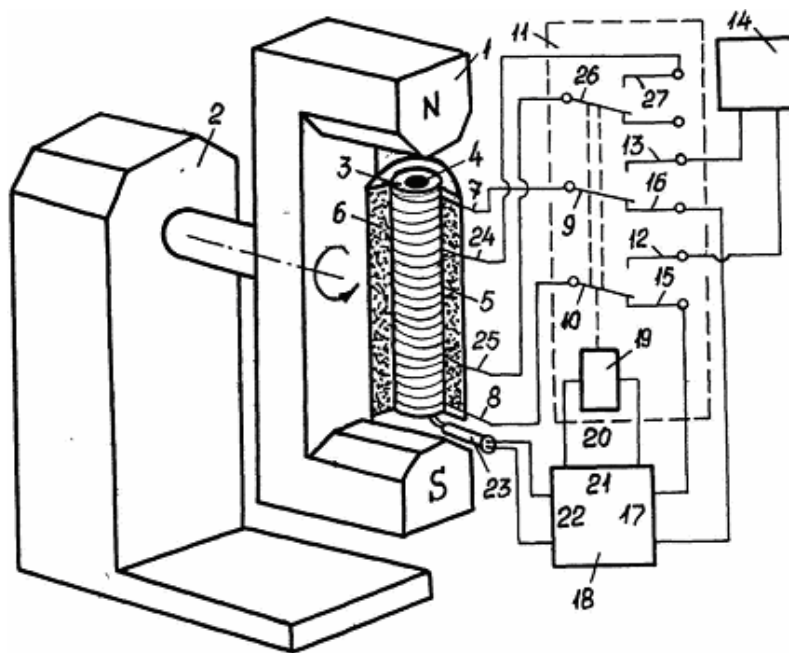
За допомогою термопари 23 температура зразка контролюється вимірювальним блоком 18, і як тільки вона підвищиться до позначки 450K, вмикається електродвигун поворотного механізму 2. При обертанні магніту 1 навколо контейнера 3 в тілі зразка виникає змінне магнітне поле, кожна полярність якого намагнічує його до насичення. Через кілька секунд (час, необхідний для виходу на процес перемагнічування, що установився) на виході 21 блока 18 починає діяти імпульсна напруга, внаслідок чого обмотка 5 почерговим підключенням до виходу блока 14 та входу 17 блока 18 по черзі працює в режимах нагріву зразка та вимірювання електрорушійної сили індукції, що створюється

його магнітним полем. Співвідношення цих інтервалів залежить від швидкості нагріву зразка, тривалості одноразового вимірювання його намагніченості, а також від частоти вимірювань. В ті проміжки часу, коли реле 19 знеструмлено, його контакти 26 і 27 розімкнені. Тому на вхід 17 блока 18 подається сигнал, індукований у всіх витках обмотки 5, тобто зберігається максимальна чутливість пристрою до магнітних параметрів досліджуваного сплаву. Отже під час нагрівання і намагнічування еталону блок 18 вимірює і фіксує сигнал термопари 23 та сигнал електрорушійної сили. Як тільки температура зразка перевищить позначку 800K, реле 19 знеживлюється, електродвигун зупиняється, що припиняє нагрівання і намагнічування зразка. Після обробки вимірної інформації в блоку 18 залишається зафіксованою термомагнітограма еталонного зразка (фериту) - функціональна залежність його намагніченості від температури в діапазоні 450...800K.

При контролі залізвуглецевистих сплавів чинять наступне. Зразок закріплюють в контейнері і вмикають режим його нагрівання без перемагнічування. Як тільки температура, зафіксована термо-

парою 23, збільшиться до 550K (в цей час температура середньої частини зразка не перевищуватиме 650K, а верхній торець буде нагрітий до 500K), вмикається електродвигун поворотного механізму і після виходу на процес перемагнічування, що установився, відбувається одночасне вимірювання намагніченості нагрітого зразка і його температури. По термомагнітограмі зафіксованій в пам'яті, процесор блока 18 визначає намагніченість, яку при цій температурі має еталонний зразок, а далі, за спеціальною програмою, порівнюючи намагніченість еталона і контрольованого зразка, нагрітих до однакової температури, обчислює вміст вуглецю в досліджуваному матеріалі.

Запропонований пристрій дозволяє в процесі нагрівання зразка зменшити (в порівнянні з прототипом) перепад температури по його довжині в 3-3,5 рази, прогрівати все тіло зразка до парамагнітного цементиту без загрози перегріву і виділення вуглецю в формі структурно вільного графіту, що підвищує надійність роботи пристрою і ефективність застосування даного методу контролю залізвуглецевистих сплавів.



Фіг.