



УКРАЇНА

(19) UA (11) 19078 (13) U
(51) МПК (2006)
G01B 3/00
G01B 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ВОДНЮ, ВИДІЛЕНОГО З МЕТАЛУ

1

(21) а200603643
(22) 03.04.2006
(24) 15.12.2006
(46) 15.12.2006, Бюл. № 12, 2006 р.
(72) Ткаченко Костянтин Ігорович
(73) Ткаченко Костянтин Ігорович
(57) Пристрій для визначення кількості водню, виділеного з металу, що містить станину, рухомий

2

важіль, індукційний датчик, IBM-сумісний ПК зі звуковою картою, який відрізняється тим, що рухомий важіль з закріпленням на ньому штоком індукційного датчика, контактуючи зі зразком та станиною, забезпечує збільшення зміни довжини зразка, а обробка сигналу індукційного датчика проводиться комп'ютерною програмою Signal Treatment.

Корисна модель відноситься до галузі контролю вмісту газів у металах і може бути використаний у металургії, приладобудуванні, лабораторних дослідженнях, у навчальному процесі тощо.

Існуючі пристрої та способи визначення вмісту водню у металах можуть бути згруповані наступним чином: по тиску при натіканні в вакуум, по об'єму при натіканні у рідину, хроматографічні, мас-спектроскопічні, по розсіюванню нейтронів, по резерфордівському розсіюванню α -частинок [1], електрохімічні [1, 2], за зміною об'єму [1, 3]. Частина зі вказаних пристроїв є складними та дорогими при виготовленні та експлуатації (мас-спектроскопічні, хроматографічні та інш.), та не дозволяє досліджувати кінетику виділення водню з металу; інша частина має недостатню чутливість (за зміною об'єму - $\sim 2 \text{ ppm}$ [1]). Важливою метою дослідження стану водню у металі є визначення його дифузійно-рухомого та захоплених у зворотній пастках складників, які є визначними чинниками утворення небезпечних дефектів сталевих прокатів: флокенів, водневого окрихчування та інш.

Прийнятий за найближчий аналог пристрій [3] відзначається простою та ефективною конструкцією, що складається зі станини, поворотного важеля, що контактує зі зразком, та індикаторного мікрометра, як приладу вимірювання. Проте, чутливість приладу обмежена в ідеальному випадку чутливістю мікрометра, віднесеної до співвідношення пліч важеля, а в реальному - обмежується тертям у вузлі ковзання поворотного важеля та тертям у вузлах мікрометра, і досягає $\sim 0.15 \text{ мкм}$, або, у перерахунок на вміст водню, $\sim 0.7 \text{ см}^3/100 \text{ гр.}$ (без урахування тертя). Відомі також дилатометри

з індукційними датчиками [4], але схеми обробки їх сигналу та конструкції не відповідають задачам вивчення дегідрогенізації металів.

В основу корисної моделі поставлена задача розробити пристрій визначення вмісту дифузійно-рухливого водню, та водню у зворотних пастках з чутливістю не менш ніж $0.5 \text{ см}^3/100 \text{ гр.}$ і з можливістю передачі даних на IBM-сумісний комп'ютер.

Для розв'язання поставленої задачі, у відповідності до корисної моделі, зразок встановлюється до дилатометричного пристрою, контактуючи з рухомих важелем, що передає підсилений механічний сигнал на індукційний датчик, електричний сигнал якого реєструється IBM-сумісним комп'ютером на протязі дослідження, з подальшою обробкою сигналу програмою Signal Treatment.

Пристрій, зображений на Фіг.1, містить у собі: 1 - станину, 2 - гвинт регулювальний рухомої планки, 3 - зразок, 4 - рухомий важіль вторинної котушки датчика, 5 - гвинт опорний, 6 - рухома планка, 7 - рухомий важіль первинної котушки датчика, 8 - шток датчика, 9 - первинна котушка датчика, 10 - вторинна котушка датчика, 11 - гвинт точного настроювання, 12 - гвинт грубого настроювання.

Електрична принципова схема подана на Фіг.2, де LD1 - індукційний датчик, Ampl - підсилювач НЧ, CI - конденсатор каналу корекції. Sound Card - звукова карта комп'ютеру. Line In - лінійний вхід звукової карти. Line Out - лінійний вихід звукової карти.

Пристрій діє наступним чином: попередньо підготовлений зразок (заточений з обох кінців на конус), вставляється до пристрою згідно Фіг.1 та макроговинтом 12 виставляється до контакту з ру-

(19) UA (11) 19078 (13) U

хомим важелем 4, на вихід Line Out подається звуковий сигнал фіксованою частотою 1000-20000Гц. Сигнал, підсилений ПНЧ Ampl, подається на первинну обмотку індукційного датчика LD1, що складається з двох рознесених на відстань 2-3мм, зустрічне ввімкнених котушок. Якщо котушка вторинної обмотки знаходиться точно посередині між двома первинними, то результуюча е.р.с. індукції (середньоквадратичне діюче значення-RMS) в ній дорівнює нулю, якщо ні - то е.р.с. на певному проміжку здвигу лінійно залежить від зсуву (Фіг.3).

Через конденсатор CI сигнал з виходу підсилювача потрапляє до лівого каналу лінійного входу звукової карти, що дозволяє забезпечити значне зменшення впливу змін рівня сигналу на виході Ampl на значення кінцевої величини.

Обертанням макровинта 12 та мікровинта 11 датчик виводиться на гілку характеристики $\varepsilon(x)$, що підіймається. Рівень сигналу при настроюванні фіксується програмою Cool Edit 2000 (Sintilwin Software Corporation). Після настроювання проводиться запис стереофонічного звукового сигналу програмою Cool Edit 2000 в процесі витримки та дегазації зразка. В процесі виходу водню зразок зменшує свою довжину, що призводить до опускання рухомого важеля, причому за рахунок співвідношення пліч 10÷20:1 зсув штока індукційного датчика є більшим у 10-20 разів за зміну довжини зразка; в свою чергу зсув штоку датчика викликає зменшення RMS е.р.с. у вторинній котушці. Після закінчення запису сигнал фільтрується за допомогою тієї ж програми з полоскою $\pm 50 \div 100$ Гц відносно вихідної частоти та зберігається у форматі текстового файлу для подальшої обробки програмою SignalTreatment.

SignalTreatment виконує наступні дії з сигналом у цифровій формі: детектування сигналу, корекція по контрольному каналу, виключення коливальної складової рухомої системи дилатометру, перетворення рівня сигналу у подовження зразка, перерахунок зміни подовження у зміну вмісту водню в металі.

Детектування сигналу проводиться як для лівого (контрольного каналу L-Line In на рис. 2), так і для каналу сигналу (R-Line In на Фіг.2), відповідно записуючись до масивів кінцевих значень Y_m та Y_{mc} .

Детектування сигналу включає покрокову вибірку з масиву рівнів сигналу $Y = Y_0 \dots Y_{\max}$ 3-х послідовних значень $y_{0+i} + y_{1+i} + y_{2+i}$ апроксимацію їх параболою $y = ax^2 + bx + c$, знаходження координати екстремуму параболі $x_e = -\frac{b}{2a}$, у разі, якщо екстремум є максимумом ($a < 0$), і координата відповідає умові $i \leq x_e \leq 2+i$, то значення $y(x_e)$ вважається максимумом. Пошук таких максимумів виконується на певному проміжку, причому довжина проміжку визначається співвідношенням:

$$l = \frac{f_{\text{dig-rec}}}{f_{\text{dig-ret}}},$$

де

$f_{\text{dig-rec}}$ - частота дискретизації запису,

$f_{\text{dig-det}}$ - частота дискретизації детектування.

На цих проміжках, кількість яких дорівнює відношенню часу запису до частоти дискретизації

детектування, знаходиться середнє арифметичне значень максимумів рівня сигналу, та разом з серединою проміжку по часу записується у відповідні двовимірні масиви Y_m та Y_{mc} для подальшої обробки.

Корекція по контрольному каналу виконується за рахунок ділення значень

$$Y_{ci,1} = \frac{Y_{mi,1}}{Y_{mci,1}}, i \in [0, f_{\text{dig-det}} \cdot \tau_{\text{rec}}],$$

де Y_c - масив корегованого сигналу ($Y_c^{(1)}$) та часу ($Y_c^{(0)}$).

τ_{rec} ~ тривалість запису.

Виключення коливальної складової виконується за рахунок аналогічної детектуванню вибірки 3-х послідовних значень рівня сигналу масиву Y_c , та також проводиться апроксимація параболою $y(x) = ax^2 + bx + c$. Знайдені перша $\frac{dy}{dx} = 2ax + b$, друга

похідні $\frac{d^2y}{dx^2} = 2a$ використовуються у виключенні коливальної складової:

$$Y_{ceo,i,1} = Y_{ci,1} + \frac{\left[\frac{d^2y(Y_{ci,0})}{dx^2} + 2Q \cdot \frac{dy(Y_{ci,0})}{dx} \right]}{\sqrt{\omega}},$$

де Y_{ceo} - масив корегованого сигналу з виключеною коливальною складовою рухомої системи,

Q - параметр гальмування,

ω - частота власних коливань рухомої системи дилатометричного пристрою.

Перетворення рівня сигналу на подовження зразка виконується наступним чином:

$$En_{i,1} = (-Y_{ceo,i,1} + Y_{ceo,0,1}) \cdot s,$$

де En - двовимірний масив подовження та часу,

s - масштаб.

Розрахунок зміни вмісту водню у зразку відповідно до подовження здійснюється за формулою:

$$\Delta Ch_{i,1} = \frac{3En_{i,1}}{\bar{V}_H \cdot m_{\text{sample}}} \cdot V_A \cdot S_{\text{sample}}$$

де ΔCh - двовимірний масив зміни вмісту водню та часу,

\bar{V}_H - парціальний молярний об'єм водню у металі,

m_{sample} - маса зразку,

V_A - об'єм одного моля водню за нормальних умов,

S_{sample} - площа поперечного перерізу зразка.

Примірна відповідність графіків зміни рівня сигналу, довжини зразка та вмісту водню, наведені на Фіг.4.

Дилатометричний пристрій має знаходитися при постійній температурі для виключення похибки за рахунок температурного подовження зразка та деталей пристрою.

Пристрій, що пропонується, є досить простим за конструкцією та у використанні, й дозволяє забезпечити підвищену чутливість і точність у визначенні кількості водню, що вийшов зі зразку.

Джерела інформації:

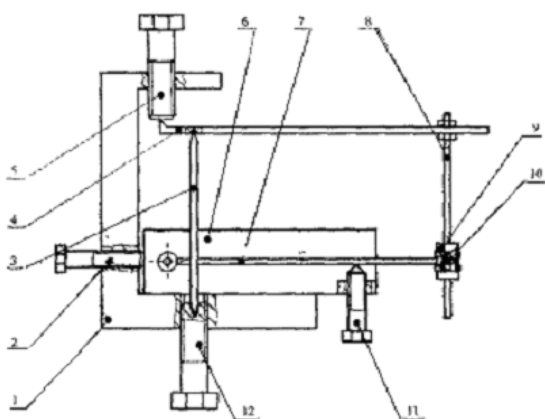
1. Штрель І.А. Прочність сплавів.- М.: «МИСИС», 1997.- Ч. 2-527с.

2. Пат. 72705 Україна, МКВ 7 G01N27/26 Спосіб визначення вмісту водню в металі / Ткаченко К.І. // № 20031211064- Заявлено 05.12.2003; Опубл. 15.03.2005- Бюл. №3.

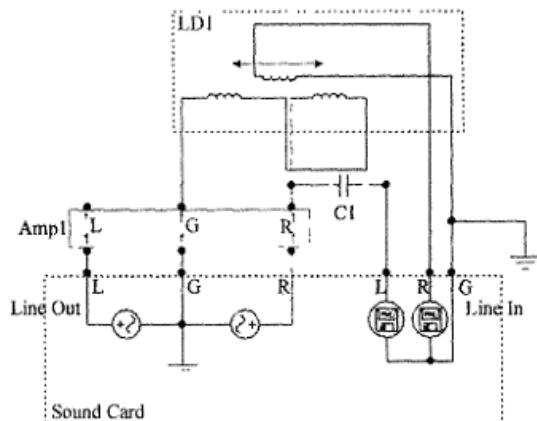
3. Пат. 71227 Україна, МКВ7 G01B3/00 Спосіб визначення кількості водню, виділеного з металу,

та пристрій для його реалізації / Ткаченко І.Ф., Гаврилова В.Г., Чубар В.С., Ткаченко К.І. // №20031211115 - Заявлено 08.12.2003; Опубл. 15.11.2004- Бюл. №11.

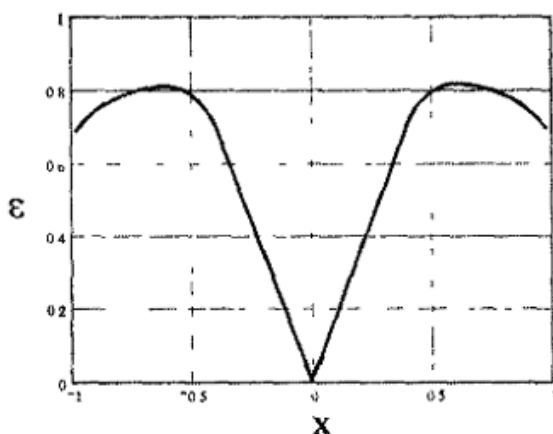
4. Черепин В.Т. Экспериментальная техника в физическом металоведении.- К: Техніка, 1968.- 280с.



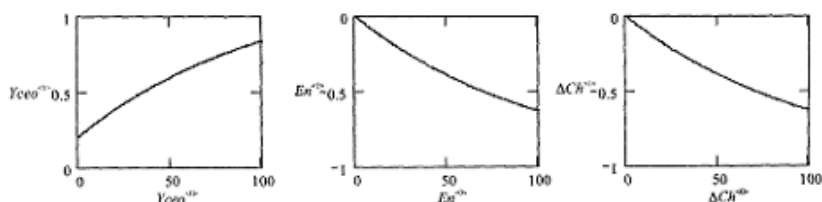
Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4