



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **93590** (13) **C2**  
(51) **МПК (2011.01)**  
**G01N 27/72** (2011.01)  
**G01R 33/12** (2011.01)  
**G01B 7/00**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

**(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ЗАЛИШКОВОГО АУСТЕНІТУ У ЗРАЗКАХ З ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЕЙ**

1

(21) а200905835  
(22) 09.06.2009  
(24) 25.02.2011  
(46) 25.02.2011, Бюл.№ 4, 2011 р.  
(72) БОГДАН КІМ СТЕПАНОВИЧ, МОІСЕЄВ ЮРІЙ  
ВАСИЛЬОВИЧ, САНКІН АНАТОЛІЙ ОЛЕКСІЙО-  
ВИЧ  
(73) ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ МЕТА-  
ЛІВ ТА СПЛАВІВ НАН УКРАЇНИ  
(56) CS 265916 B1; 13.04.1990  
SU 1196786 A; 07.12.1985  
SU 96403; 18.03.1952  
JP 1141348 A; 02.06.1989  
SU 361435; 07.12.1972

2

BG 30577; 25.07.1981  
CN 1441246 A; 10.09.2003  
JP 63206650; 25.08.1988  
(57) Спосіб визначення вмісту залишкового аус-  
теніту у зразках з інструментальних сталей шляхом  
вимірювання сили притягання постійного магніту  
до об'єкта контролю, який **відрізняється** тим, що  
одночасно вимірюють масу еталонного зразка і  
зразка, який підлягає контролю, та силу притяган-  
ня до цих зразків постійних магнітів з ідентичними  
характеристиками через однакові повітряні зазори,  
порівнюють отримані сигнали і їх різницю викорис-  
товують як міру вмісту залишкового аустеніту в  
об'ємі зразка, що підлягає контролю.

Винахід відноситься до галузі магнітних вимі-  
рювань, зокрема до неруйнівного контролю якості  
металопродукції, і може бути використаний в ме-  
талургії і машинобудуванні для визначення вмісту  
залишкового аустеніту у зразках з інструменталь-  
них сталей.

Відомо спосіб визначення структури зразків  
матеріалів шляхом збудження в матеріалі елект-  
ромагнітного поля і наступного вимірювання його  
амплітуди та фази і визначення фазового складу  
матеріалу по кореляції між амплітудою та фазою  
(А. с. 361435 СССР G01N 27/00. Спосіб опреде-  
ления структуры материалов /А.С. Суворов.  
Опубл. 07.12.72, Бюл. №1, 1973). Недоліком цього  
способу є відносна складність його реалізації і  
недостатня чутливість при застосуванні для ви-  
значення залишкового аустеніту в структурі вугле-  
цевих сталей.

Також відомо спосіб визначення вмісту залиш-  
кового аустеніту (немагнітної фази) у виробках із  
сталі з аустенітно-мартенситною структурою, на-  
приклад у підшипникової сталі, який полягає в то-  
му, що на виробі вимірюють питомий електричний  
опір, а результат вимірювання порівнюють з експериментально отриманою залежністю питомого  
електричного опору від вмісту аустеніту для ета-

лонних виробів з відомим вмістом аустеніту (Авт.  
свид. 265916 ЧССР, МКІ<sup>4</sup> G01N, 33/20  
/Лискутинова М. - №9376-860; Заявл. 16.12.86;  
Опубл. 13.04.90). Недоліком цього способу є недо-  
статня точність вимірювання вмісту залишкового  
аустеніту, обумовлена низьким коефіцієнтом ко-  
реляції між питомим електричним опором сталевो-  
го виробу і вмістом залишкового аустеніту. Крім  
того, на результати вимірювань інтенсивно впли-  
вають коливання електричної напруги джерела  
живлення і температури навколишнього середо-  
вища.

Найбільш близьким (прототипом) до запропо-  
нованого винаходу щодо технічної суті та досягну-  
того результату є магнітний спосіб визначення  
вмісту феритної фази і шару наплавки на феромаг-  
нітній основі шляхом вимірювання зусилля притя-  
гання постійного магніту, виконаного з двох коли-  
неарно намагнічених частин, до об'єкта контролю.  
Спосіб передбачає додаткову зміну орієнтації час-  
тин магніту на протилежну та вимірюванні зусилля  
притягання в тій же точці виробу і по результату  
двох вимірювань визначення вмісту феритної фа-  
зи і товщини шару наплавки з врахуванням граду-  
вальних кривих. Недоліком цього способу також  
є складність та неможливість оперативного визна-

(19) **UA** (11) **93590** (13) **C2**

чення вмісту фериту або залишкового аустеніту у промислових сталевих виробках.

В основу запропонованого винаходу поставлена задача спрощення процесу визначення вмісту залишкового аустеніту у зразках з інструментальних сталей. Поставлена задача вирішена тим, що запропонований спосіб визначення вмісту залишкового аустеніту у зразках з інструментальних сталей шляхом вимірювання сили притягання постійного магніту до об'єкта контролю передбачає те, що одночасно вимірюють масу еталонного зразка і зразка, який підлягає контролю, та силу притягання до цих зразків постійних магнітів з ідентичними характеристиками через однакові повітряні зазори, порівнюють отримані сигнали і їх різницю використовують в якості міри вмісту залишкового аустеніту в об'ємі зразка, що підлягає контролю.

Запропонований спосіб дозволяє спростити процес визначення вмісту залишкового аустеніту у зразках з інструментальних сталей завдяки порівнянню сил, створених масою еталонного і контрольного зразків і сил притягання однакових постійних магнітів до цих зразків та використанню отриманого сигналу в якості міри вмісту залишкового аустеніту в об'ємі контрольного зразка.

Для пояснення запропонованого винаходу на фіг. 1 наведено структурно-функціональну схему пристрою, який реалізує спосіб визначення вмісту залишкового аустеніту у зразках з інструментальних сталей.

Силувимірювальний датчик 1, закріплений на нерухомій основі, має на своєму силовому вході приймальну площадку 2 для еталонного зразка з інструментальної сталі з відомим (мінімальним) вмістом залишкового аустеніту. Для правильно загартованих і відпущених інструментальних сталей залишковий аустеніт практично відсутній. Над зразком 3 на нерухомій основі розміщений постійний магніт 4 співвісно з силовим входом датчика 1.

Зазор  $\delta_0'$  між магнітом 4 і зразком 3 встановлюють за допомогою регульовального елемента 5, жорстко з'єданого з магнітом 4. Силувимірювальний датчик 6, аналогічний за своїми параметрами з датчиком 1, закріплений на нерухомій основі і також має на своєму силовому вході приймальну площадку 7 для зразка 8 з інструментальної сталі, що підлягає контролю. Над зразком 8 на нерухомій основі розміщений постійний магніт 9 співвісно з силовим входом датчика 6, причому геометричні параметри і магнітні характеристики магніту 9 такі ж, як і у магніта 4. Зазор  $\delta_0''$  між магнітом 9 і зразком 8 встановлюють за допомогою регульовального елемента 10, жорстко з'єданого з магнітом 9. Передбачено, що для отримання можливості реалізації запропонованого способу  $\delta_0' = \delta_0'' = \delta_0$ .

Виходи датчиків 1 і 6 електрично з'єдані з блоком 11 віднімання, вихід якого через підсилювач 12 підключений до мікропроцесорного блока 13 вимірювання вмісту залишкового аустеніту у зразку 8, що підлягає контролю. Блок 13 має клавіатуру 14. Вихід блока 12 підключений до цифрового індикатора 15, на якому висвітлюється процентний вміст

залишкового аустеніту у зразку 8. Живлення елементів схеми здійснюється від блока 16 живлення.

Процес визначення вмісту залишкового аустеніту у зразку з інструментальної сталі з використанням запропонованого способу відбувається наступним чином. У вихідному стані зразки 3 і 8 знаходяться поза площадками 2 і 7 відповідно, постійні магніти 4 і 9 знаходяться у крайньому верхньому положенні, електрична схема пристрою обнулена і на індикаторі 15 висвітлені нулі. Після розміщення еталонного 3 і контрольного 8 зразків однакової маси і геометричних розмірів на площадках 2 і 7 відповідно на силових входах датчиків 1 і

6 з'являються сили  $F_0'$  і  $F_K'$ , створені масами  $m_0$  і  $m_K$  зразків 3 і 8 відповідно. Оскільки  $m_0 = m_K$ , то  $\Delta U_0 = \Delta U_K = 0$ , а отже і  $\Delta U_a = 0$ , на індикаторі 15 також залишаються висвітленими нулі. Після цього за допомогою регульовальних елементів 5 і 10 встановлюють постійні магніти 4 і 9 над зразками 3 і 8 відповідно з каліброваним повітряним зазором  $\delta_0' = \delta_0'' = \delta_0$ . В результаті на силових входах датчиків 1 і 6 з'являються сили  $F_0''$  і  $F_K''$ , створені за рахунок взаємодії постійних магнітів 4 і 9 із зразками 3 і 8 відповідно через зазор  $\delta_0$ . Сили  $F_0''$  і  $F_K''$  мають протилежний знак (направлені вгору) із силами  $F_0'$  і  $F_K'$ . Тому сумарні сили на силових входах датчиків 1 і 6 стануть рівними:  $\Delta F_0 = F_0' - F_0''$ ;

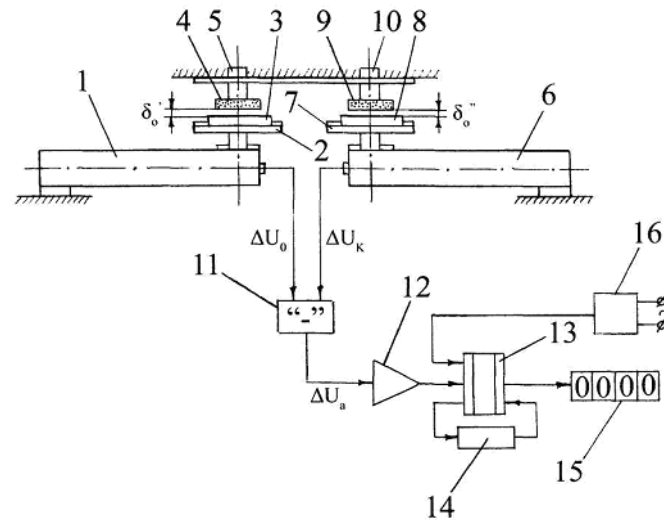
$\Delta F_K = F_K' - F_K''$ . Відповідно на виходах датчиків 1 і 6 з'являються сигнали  $\Delta U_0 = f(\Delta F_0)$  і  $\Delta U_K = f(\Delta F_K)$ , які порівнюються у блоці 11, вихідний сигнал  $\Delta U_a$  котрого  $\Delta U_a = \Delta U_0 - \Delta U_K$  пропорційний вмісту залишкового аустеніту у зразку 8. Сигнал  $\Delta U_a$  після підсилення в блоці 12 надходить в блок 13 де оброблюється по заданій програмі, яка передбачає визначення вмісту залишкового аустеніту в процентах. На цьому процес визначення вмісту залишкового аустеніту у зразку з даної інструментальної сталі закінчується. Для визначення вмісту залишкового аустеніту у зразках з інших інструментальних сталей еталонний і контрольний зразки цих сталей розміщують на площадках 2 і 7 відповідно, а процес визначення здійснюють аналогічно.

Найбільшу практичну цінність має цей спосіб для сталей, які зазнають загартування як термічної операції, що сприяє появі залишкового аустеніту і, насамперед, для інструментальних вуглецевих сталей.

Як показали результати досліджень, похибка визначення залишкового аустеніту за допомогою запропонованого способу мінімальна, якщо інструментальна сталь не містить спеціальних немагнітних карбідів, тобто має в своїй структурі лише магнітні структурні складові і парамагнітну γ-фазу. Цій умові з допустимою похибкою відповідають низьколеговані вуглецеві сталі. Для легованих, особливо заєвтектоїдних сталей, треба додатково враховувати вплив спеціальних карбідів та складу твердого розчину.

Таким чином, запропонований спосіб, на відміну від прототипу та інших аналогів, дає змогу одержати новий технічний ефект, виражений у спрощенні процесу визначення вмісту залишково-

го аустеніту в інструментальних сталях, особливо при контролі якості термообробки та визначенні причин браку.



Фіг. 1