



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **120043** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
C22C 38/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2017 02695</p> <p>(22) Дата подання заявки: 22.03.2017</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.10.2017</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2017, Бюл.№ 20</p>	<p>(72) Винахідник(и): Скобло Тамара Семенівна (UA), Клочко Оксана Юріївна (UA), Сідашенко Олександр Іванович (UA), Бєлкін Юхим Львович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): Скобло Тамара Семенівна, вул. Кооперативна, 13/2, кв. 52, м. Харків, 61003 (UA), Клочко Оксана Юріївна, пр. Науки, 55, кв. 21, м. Харків, 61103 (UA)</p>
--	---

(54) СПОСІБ ВИЯВЛЕННЯ НЕОДНОРІДНОСТІ ФАЗ У ВИСОКОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВАХ

(57) Реферат:

Спосіб виявлення дислокацій, які визначають неоднорідність фаз у високовуглецевих сплавах, при якому для аналізу зміни дислокаційної структури при різних обробках у фазах і складових сплавів визначають ступінь неоднорідності по концентрації декоруючого їх компонента. Використовують поєднання способів вакуумного травлення, оцінюючого дислокаційну структуру, виявлену на поверхні шліфів, з одержанням металографічних зображень. Проводять оптико-математичний їх опис.

UA 120043 U

Корисна модель належить до галузі машинобудування і чорної металургії, де для виробів і деталей широко використовують високовуглецеві сплави, які експлуатуються при різних умовах, що включають зношування, великі питомі тиски, ударні та термоциклічні навантаження. Забезпечення їх надійної роботи і підвищення експлуатаційної стійкості визначається ступенем

5 деградації металу з розвитком неоднорідності фаз, їхньою пошкодженістю, що пов'язано зі зміною їх дислокаційної структури, нагромадженням деформацій і розвитком дифузійних процесів при експлуатації. При цьому деградація структури супроводжується зміною щільності дислокаційної структури і неоднорідністю не тільки рядом розташованих зерен, але і у межах

10 одного зерна.
Відомим аналогом є [1] прямий спосіб спостереження зміни дислокаційної структури, її щільності при аналізі тонких фольг на просвіт в електронній мікроскопії, заснований на ефекті контрасту, при взаємодії електронного пучка зі зміщеними атомами у полі напруг навколо дефекту решітки. Внаслідок інтерференції можливо спостерігати зображення розподілу дислокаційної структури. Недоліком такого методу є можливість аналізу матеріалів лише у

15 вигляді тонких фольг, що вимагає спеціальної підготовки зразків. При цьому в зразок вносяться нові дефекти при його виготовленні і спосіб не дозволяє оцінити неоднорідність аналізованої структури (фази).
Відомим аналогом є [2] група способів виявлення дислокацій - рентгенівської топографії, заснованої на явищі брегівської дифракції, коли дифракційний контраст одержують через зміну умов відбиття й розсіювання рентгенівських променів внаслідок локальної деформації кристалічної решітки, пов'язаної з наявністю дефектів. При цьому, дислокації проявляються як темні лінії на загальному світлому полі, внаслідок зменшення інтенсивності дифрагovanого рентгенівського пучка поблизу їх. Такі методи дозволяють досліджувати достатньо великі зони зразків, які не виявляють локальний ступінь неоднорідності окремих фаз залежно від характеру

25 зміни дислокаційної структури.
Відомим аналогом є [3] група способів виявлення дислокацій - декорування. При використанні таких методів виявлення візуалізують їхнє розташування шляхом нагріву сплаву до температур, при яких у місцях їх скупчень протікають процеси осадження відповідних компонентів, які декорують та додаються навмисно або вже вони є у сплаві як домішки. Осадження повинне відбуватися таким чином, щоб формувалися частки, розмір яких менше границі розрізнення дефектів (дислокацій), що виявляються, але досить великі, щоб бути видимими в результаті розсіювання світла. Такі методи дозволяють проводити оцінку по всій розглянутій зоні або окремих зернах фаз. Недоліком даної групи методів є можливість порушення дислокаційної структури в результаті термічної обробки, виділення надлишкових фаз, які, закріплюючи дислокації, виключають їхній рух. Внаслідок цього, при необхідності вивчення процесів деградації структури і фаз сплаву при його пластичній деформації або спеціальній обробці, що викликає фазовий наклеп при температурах магнітного перетворення цементиту або спеціальних карбідів, неможливо оцінити зміни такої структури і виникаючу

40 неоднорідність.
Відомим аналогом є спосіб [4] кількісної оцінки щільності дислокацій по масиву цифрових зображень, виявлених за допомогою методу ямок травлення, з наступною комп'ютерною обробкою таких зображень. Даний спосіб припускає відновлення лінії контуру передбачуваних границь ямок травлення дислокацій у площині бінарізованого цифрового растрового зображення, шляхом їх вибіркового піксельного дослідження з оцінкою таких ліній по ознаках товщини (оцінка геометричних параметрів). Недоліком даного способу є неможливість оцінки неоднорідності фаз високовуглецевих сплавів у місцях формування дефектів згідно виявлення скупчення дислокацій.

50 Найближчим аналогом до корисної моделі є спосіб [5] оцінки змін дислокаційної структури, що відбуваються на прикладі цементиту хромонікелевого чавуну, в умовах впливу напруг. Виявлення дислокацій здійснювали шляхом виявлення фігур травлення в інтервалі температур 200-250 °C у вакуумі 3×10 мм рт. ст. в мікроскопі типу системи Лозинського. Випробування проводили на зразках 3×4×80 мм (шліф полірували на одній із граней). Зразок закріплювався в спеціальних затискачах. Тривалість процесу травлення визначалася необхідним температурним режимом обробки і становила 1 годину. Після створення розрядження в камері здійснювали нагрів середньої частини зразка та за допомогою мікроскопа спостерігали за

55 кінетикою зміни дислокаційної структури. Недоліком даного способу є неможливість, оцінки, як ступеня неоднорідності аналізованої зони, так і одного зерна або всіх фаз у результаті впливу напруг і розвитку дифузійних процесів з кількісним і якісним описом ступеню їх неоднорідності. Крім того, даний спосіб характеризує тільки виявлення дислокаційної структури і не включає

60 інформацію про вплив різних видів обробок, у результаті яких виникли напруги, а також не

дозволяє оцінити ступінь формованої неоднорідності фаз, що відповідають технологічному процесу виробництва виробів при використанні різних способів зміцнення. Також існує обмеженість застосування такого способу при великій щільності дислокації - більше 10^8 см^{-2} , оскільки не вдається розрізняти окремі фігури травлення, оцінити їхню щільність розподілу.

5 В основу корисної моделі поставлена задача усунути недолік найближчого шляхом використання способу опису структури після виявлення дислокацій у конкретному високовуглецевому матеріалі з одержанням металографічної картини по фотографії і наступному опису її оптико-математичним способом, що дозволяє після виявлення такої структури одержати цифрову картину ступеня неоднорідності на основі аналізу зміни щільності, дисперсності складових і фаз (окремих її зон) або всього шліфа через дисперсність фаз та енергетичні параметри - функції потужності дисипації енергії та дисперсності напруг.

10 Поставлена задача вирішується тим, що спосіб виявлення дислокацій, які визначають неоднорідність фаз у високовуглецевих сплавах, при якому для аналізу зміни дислокаційної структури при різних обробках у фазах і складових сплавів визначають ступінь неоднорідності по концентрації декоруючого їх компонента та використовують поєднання способів вакуумного травлення, оцінюючого дислокаційну структуру виявлену на поверхні шліфів, з одержанням металографічних зображень, а потім проводять оптико-математичний їх опис.

Згідно з корисною моделлю, картину змін дислокаційної структури одержують при травленні у вакуумі не менш $3 \times 10^{-3} \text{ мм рт. ст.}$ при температурах, що відповідають способам обробки.

20 Згідно з корисною моделлю, оптико-математичний спосіб, який описує неоднорідність і зміну дислокаційної структури при обробках базується на оцінках щільності, дисперсності структурних складових фаз, окремих зон або всієї аналізованої поверхні через параметри: дисперсність фаз і енергетичні - функції потужності дисипації енергії та дисперсності напруг.

25 Як приклад, наведений зразок чавуну з масивними зернами карбідної фази, вирізаний з робочого шару прокатного валка з низьколегованого чавуну (2,8 %C; 0,8 %Mn; 0,95 %Cr і 1, 4 % Ni) і підданий вакуумному травленню при температурі магнітного перетворення цементиту $230 \text{ }^\circ\text{C}$ (фото а). Отримано картину та характеризує напруги, що виникли і сприяли упорядкуванню дислокаційної структури (формування тільки паралельно розташованих, упорядкованих дислокацій у вигляді рядків), їх виявлення стало можливим завдяки декоруванню вуглецем, що виявилось в зміні кольору (відтінків).

30 Після оптико-математичної обробки (фото б, в, г) з оцінкою розподілу дисперсності функції напруги видно, що в карбідному зерні є окремі бездефектні зони (білого кольору, фото в, е, ж - зазначено однією стрілкою), тобто карбідна фаза характеризується різним ступенем неоднорідності. Оцінка розподілу середніх значень функції потужності дисипації енергії, розглянутої карбідної фази зразка, виявила зони її неоднорідності. При цьому, білі ділянки зерна збереглися (фото д, е, ж) при різних підходах опису. На структурах фото б, в, м, а також на фото д, е, ж представлені дисперсності функції напруги та середніх значень функції потужності дисипації енергії відповідно (фото б, д - з від'ємним знаком; фото г, ж - з додатним знаком, фото в - нульові значення; фото е - абсолютні значення).

40 У цифровому виразу характеристики дисперсності та неоднорідності, оцінені по всій фотографії, наведені в таблицях 1-3.

Таблиця 1

Дисперсність фаз у локальних областях зон 3 × 3 пікселі	Виявлені фази							Середнє значення дисперсності
	ферит	аустеніт	карбіди	ферит + аустеніт	ферит + карбіди	карбіди + аустеніт	ферит + аустеніт + карбіди	
Горизонтальна	11.658	02. 657	19.884	02. 204	04. 878	02. 633	02. 907	08. 734
Вертикальна	12.247	02. 60X	19.971	02. 205	05.166	02. 606	03.000	08. 933

Таблиця 2

Середня дисперсність функції напруги	Горизонтальна				Вертикальна			
	від'ємних	нульових	додатних	середня	від'ємних	нульових	додатних	середня
	01. 101	10.867	01. 104	05. 445	01.083	12.435	01.081	06. 258

Таблиця 3

Середні значення функції потужності дисипації енергії	Абсолютні значення		Від'ємні значення		Додатні значення	
	середнє	середнє квадратичне відхилення	середнє	середнє квадратичне відхилення	середнє	середнє квадратичне відхилення
	12379.40	43207.00	2118.10	2333.40	73777.90	81271.00

З наведених даних чітко проглядається ступінь неоднорідності, що описана у фотографіях і таблицях.

5 При термообробці в інтервалі температур магнітного перетворення 230 °С має місце істотна неоднорідність, як у зерні карбідної фази, так і довкола нього (зазначено двома стрілками). Останнє характеризує виникаючі напруги від ефекту магнітострикції.

10 Що стосується цифрових показань, то дисперсність фаз залежно від виміру локальних зон (вертикальної і горизонтальної), характеризується максимальними розходженнями, що не перевищують у цьому випадку більше 4 %, причому, більшою мірою, така неоднорідність характерна для фериту. Найбільша неоднорідність проявляється при оцінці функцій потужності дисипації енергії. Запропонований метод оцінки забезпечує погрішність не більше 3 %.

15 Виходячи з наведених даних, які стосуються способу оцінки неоднорідності структури та фаз високовуглецевих сплавів, є можливість надійно оцінювати вплив технологічних параметрів виробництва та експлуатації на ступінь змін, які можливо коригувати параметрами та методами термообробки.

Джерело інформації:

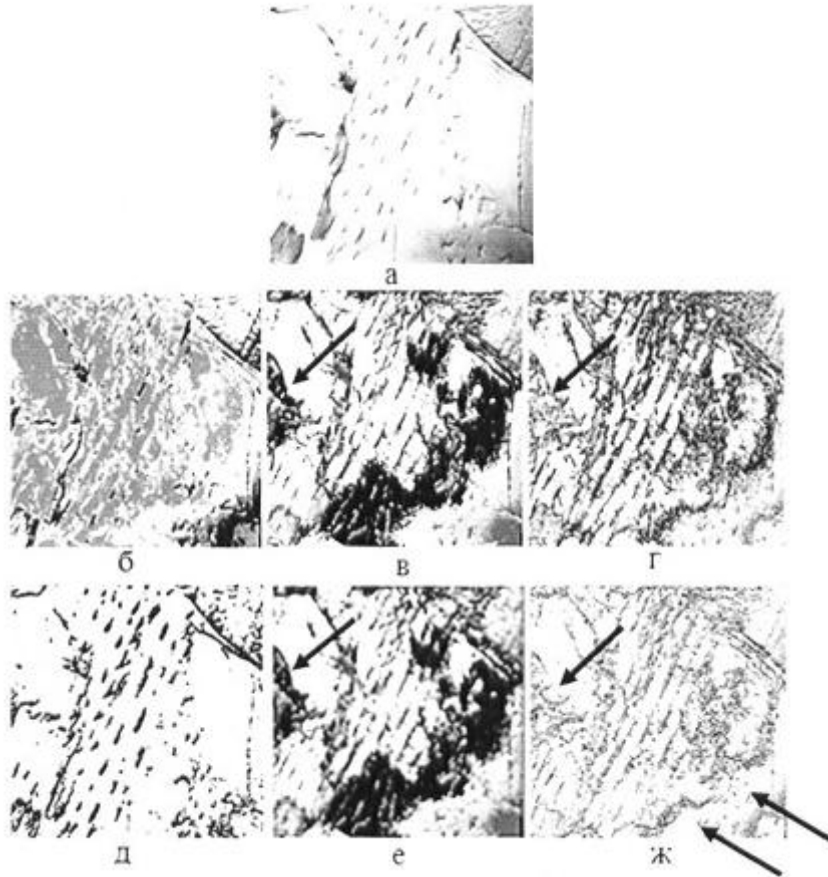
1. Томас Г. Просвечивающая электронная микроскопия / Г. Томас, М. Дж. Гориндж. - М: Наука, 1983. - 316с.
- 20 2. Боуэн Д.К., Таннер Б.К. Высокора разрешающая рентгеновская дифрактометрия и топография. СПб: Наука, 2002. - 147 с.
3. Амелинкс С. Методы прямого наблюдения дислокаций: пер. с англ. / С. Амелинкс. - Москва: Мир, 1968. - 440 с.
- 25 4. Самойлов А. Н. Методы получения контуров на цифровых растровых изображениях с нечётким отображением дислокаций в пластинах GaAs / А.Н.Самойлов, И.В. Шевченко // Науковий журнал "Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво", Луцьк. - 2013. - № 12. - С. 63-69.
- 30 5. Скобло Т.С. Методика выявления фигур травления в цементите чугуна / Т.С. Скобло, Н.И. Сандлер // Заводская лаборатория. - № 2. 1967. - С. 202-203.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

35 1. Спосіб виявлення дислокацій, які визначають неоднорідність фаз у високовуглецевих сплавах, який **відрізняється** тим, що для аналізу зміни дислокаційної структури при різних обробках у фазах і складових сплавів визначають ступінь неоднорідності по концентрації декоруючого їх компонента та використовують поєднання способів вакуумного травлення, оцінюючого дислокаційну структуру, виявлену на поверхні шліфів, з одержанням металографічних зображень, а потім проводять оптико-математичний їх опис.

40 2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що картину змін дислокаційної структури одержують при травленні у вакуумі не менше 3×10^{-3} мм рт. ст. при температурах, що відповідають способам обробки.

45 3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що оптико-математичний спосіб, який описує неоднорідність і зміну дислокаційної структури при обробках, базується на оцінках щільності, дисперсності структурних складових фаз, окремих зон або всієї аналізованої поверхні через параметри: дисперсність фаз і енергетичні - функції потужності дисипації енергії та дисперсності напруг.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601