



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **88295** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
G01N 3/00
G01N 3/46 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 11468	(72) Винахідник(и): Музика Микола Романович (UA), Швець Володимир Петрович (UA), Єфименко Єгор Вадимович (UA)
(22) Дата подання заявки: 27.09.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.03.2014	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МІЦНОСТІ ІМ. Г.С. ПИСАРЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, вул. Тимірязєвська, 2, м. Київ, 01014 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.03.2014, Бюл.№ 5	(74) Представник: Марченко Віталій Омелянович, реєстр. №10

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ ЯКОСТІ МЕТАЛУ МЕТОДОМ ТВЕРДОСТІ

(57) Реферат:

Спосіб оцінки якості металу методом твердості включає операції вимірювання твердості металу, за розсіюванням значень якої визначають стан пошкоджуваності металу. З досліджуваного металу, виготовлюють серію однакових зразків, які піддають стандартним випробуванням на одновісний розтяг і одновісний стиск, при цьому ведуть навантаження кожного зразка серії до встановленого рівня напруження в пружній області деформування і проводять масові випробування на твердість у навантаженому стані, а про якість металу судять за рівнем відмінності розрахованих параметрів розсіяння значень твердості, що отримані при різних схемах навантаження зразків.

UA 88295 U

Корисна модель належить до способів дослідження матеріалів, зокрема до вимірювання характеристик фізико-механічних властивостей матеріалів, за якими визначають їх якість. Проведення оцінки якості металу, особливо актуальне при вхідному контролі металу, з якого виготовляються відповідні конструктивні елементи. Не менш важливим є проведення оцінки

5 поточного стану металу, що пошкоджується в процесі експлуатації.

Відомі способи оцінки якості металу за зміною вмісту хімічних елементів [А.С. 1786422 СРСР. МПК 4 G01N 3/08. Спосіб оцінки пошкодженості деформованого матеріалу. / А.А.Лебедев, Н.Г.Чаусов, Л.В.Зайцева// Открытия. Изобретения.-1992.- №27.- С. 196]. Проте, для проведення аналізу хімічного складу металу потрібна наявність спеціальної дорогої

10 апаратури, яка недоступна для широкого застосування.

Найбільш близьким аналогом є спосіб оцінки якості за ступенем неоднорідності металу, що містить операції порівнювання параметрів розсіювання характеристик твердості, що отримані на різних ділянках виробу, за величиною яких судять про його якість [Патент України №17690, МПК 6, G01 3/00, 3/20. Спосіб контролю якості металу виробу / А.О.Лебедев, М.Р.Музыка / Промислова власність. Офіційний бюлетень. №10, 16.10.2006]. Описаний спосіб дозволяє

15 проводити оцінку якості металу за ступенем неоднорідності його поверхні. Проте, метал може мати таку загальну пошкодженість структури, що унеможливить його застосування для виробництва, хоча ця пошкодженість може бути рівномірно розподілена по всій поверхні. В цьому випадку оцінка стану металу, що проведена за відомим способом, приведе до

20 помилкових висновків щодо його якості. Тому згаданий спосіб є недостатньо достовірним.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення такого способу, який би був більш достовірним за рахунок можливості проведення оцінки якості пружно-пластичного металу методом твердості за рівнем накопичених пошкоджень.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що пропонується спосіб оцінки якості металу методом твердості, як і відомий, містить операції вимірювання значень твердості металу, визначення його пошкодженості за розподілом цієї характеристики, згідно з корисною моделлю, з досліджуваного металу, виготовлюють зразки, що мають однакові розміри робочої частини, які піддають стандартним випробуванням на одновісний розтяг і одновісний стиск, при

25 цьому ведуть навантаження зразків до встановленого рівня напруження в пружній області деформування, і проводять масові випробування на твердість у навантаженому стані. Якість металу оцінюють за рівнем відмінності розрахованих параметрів розсіювання значень твердості, що були отримані при різних схемах навантаження зразків.

Ступінь розсіювання характеристик твердості в значній мірі залежить від ступеню однорідності структури металу. Чим більше неоднорідність структури, тим більше розсіювання вимірюваних значень твердості. Відомо, що монокристали мають високий ступінь однорідності. Проте, реальні метали, що широко застосовуються у техніці, є полікристалічними і мають початкові дефекти у вигляді розсіяних по об'єму пошкоджень.

Для оцінки фізико-механічних характеристик металу при випробуваннях на розтяг і стиск застосовано спосіб твердості, що отримав широке розповсюдження при проведенні діагностики стану металу. Якщо прийняти до уваги статистичний характер будь-яких вимірюваних величин, то про ступінь їх розсіювання можливо судити за величиною параметрів закону розподілу, який описує це розсіювання. Зокрема, таким фізично обґрунтованим законом є розподіл Вейбулла. Обробка результатів вимірювань значень твердості проводять за параметром розсіювання - коефіцієнтом гомогенності, який розраховують за формулою Гумбеля [Патент 52107А, МПК 7, G01 N3/00, G 01 N3/40 Україна. Спосіб оцінки деградації матеріалу внаслідок накопичення пошкоджень в процесі напруження „LM-метод твердості/ Лебедев А.О., Музыка М.Р., Волчек Н.Л / Промисл. власність. Офіційний бюлетень № 12, 16.02.2002]. Оскільки ступінь розсіювання характеристик твердості металу залежить, в основному, від структурного стану, то про початкову пошкодженість структурного стану металу, яку він отримує внаслідок особливостей

50 технології виготовлення, або набуває пошкодженість в процесі експлуатації, тобто про його якість, можна судити за розсіюванням значень твердості. Великим значенням коефіцієнта гомогенності відповідає низький рівень розсіювання фізико-механічних характеристик і, відповідно, краща організація структури, тобто низький рівень пошкодженості. Вимога щодо навантаження зразків до встановленого рівня напруження в пружній області деформування обумовлена наступним. Одновісний стиск взагалі можна розглядати як розтяг із зворотним знаком. Тому розрахунок нормальних і дотичних напружень в обох методах проводять аналогічно. При розтягу зразок металу розтягується і звужується, а при стисканні - коротшає і розширюється. Лінійність схем напруженого і деформованого станів при одновісному розтягу і стиску витримується в пружній області деформування, що обумовлюється близькістю характеристик опору малим деформаціям одного і того ж металу, що випробовується двома

методами. Однак, після переходу до істотної пластичної деформації, при напруженнях, що перевищують їх значення для пружної області деформування, схема одновісного стиску при реальних випробуваннях вже внаслідок особливостей випробувань на стиск порушується, в результаті чого механічні характеристики металу, що фіксуються, можуть суттєво відрізнятись від визначених при розтягу. Крім цього, зазвичай рівень напружень в конструктивних елементах, що виникають під дією робочих навантажень при експлуатації виробів, не перевищує їх значень для пружної області деформування.

Зазвичай більшість конструкційних металів при розтягу і стиску мають різні механічні характеристики. Це пов'язано з тим, що метали ще в стані поставки через особливості технології їх виготовлення мають безліч розсіяних за обсягом пошкоджень різної природи, кількість яких зростає у процесі експлуатації. Ці пошкодження металу є причиною його різномодульності, тобто причиною різного опору зовнішньому зусиллю при розтягу і стиску. Чим більше у металі накопичилось пошкоджень, тим більшою буде його різномодульність і тим більшою буде різниця значень коефіцієнтів гомогенності металів в умовах розтягу і стиску. Таким чином, зіставляючи розрахункові значення коефіцієнтів гомогенності Вейбулла для вимірюваних значень твердості, що отримані при випробуваннях на розтяг шляхом навантаження зразків металу до встановленого рівня напруження в пружній області деформування, з значеннями, що отримані при випробуваннях на стиск при тому ж рівні напруження, можливо визначити ступінь його однорідності, а отже оцінити якість металу у стані поставки, чи металу виробу при експлуатації за рівнем відмінності значень відповідних коефіцієнтів гомогенності.

Суть процесів, які проходять в відповідності з операціями запропонованого способу і їх послідовність, полягає у наступному.

Із пружно-пластичного металу, який підлягає оцінці на якість, виготовляють зразки, що мають однакові розміри робочої частини. Зразки навантажують до однакового встановленого рівня напруження в пружній області деформування, тобто напруження, що не перевищує границі пропорційності при розтягу і стиску. У цьому навантаженому стані кожен зразок піддають випробуванню на твердість у кількості не менше 25 вимірів. Далі визначають параметри розсіяння вимірюваних значень твердості шляхом розрахунку коефіцієнтів гомогенності Вейбулла і зіставляючи отримані значення для розтягу і стиску поміж собою за рівнем відмінності їх значень проводять оцінку ступеня однорідності металу, за якою визначають якість металу. У ненавантаженому стані велика кількість пор, мікротріщин та інших дефектів типу несучільностей закриті, що не дає можливості врахувати усі дефекти, що присутні у металі, як технологічного характеру, так і набуті при напрацюванні внаслідок накопичення пошкоджень різної природи. Проте під навантаженням ці приховані дефекти проявляються - мікротріщини, пори та інші пошкодження металу розкриваються, а вимірювані значення твердості характеризують реальний стан металу. Тому значення характеристик твердості металу, які визначені під навантаженням, більш показові при проведенні оцінки його якості, ніж ті, що визначені без навантаження.

Приклад.

Проводили вхідний контроль якості двох партій поставки пруткового металу - алюмінієвого сплаву АМг6 і сталі 12Х18Н10Т діаметром 12мм. Для проведення випробування на розтяг і на стиск з кожної партії досліджуваного металу виготовляли короткі зразки з відношенням довжини (висоти) до діаметра рівним п'яти.

Зразки навантажували до однакового встановленого рівня напруження $\sigma = 95$ МПа в пружній області деформування, тобто до напруження, що не перевищувало границь пропорційності при розтягу і стиску. Кожен зразок у навантаженому і розвантаженому станах піддавали випробуванням на твердість у кількості 25 вимірів. Далі визначали параметри розсіяння вимірюваних значень твердості шляхом розрахунку коефіцієнтів гомогенності Вейбулла. Результати обробки вимірюваних значень твердості за параметром розсіювання показали їх суттєву зміну в залежності від схеми навантаження характеристик розсіювання отриманих значень твердості - коефіцієнтів гомогенності, що характеризують ступінь однорідності металу. Так під навантаженням при розтягу зразка алюмінієвого сплаву АМг6 першої поставки коефіцієнти гомогенності Вейбулла мали такі значення: $m_{p1}=42,0$, а при стиску - $m_{c1}=45,4$. Відповідно для другої поставки під навантаженням при розтягу $m_{p2}=40,3$, а при стиску $m_{c2}=42,1$. Для зразків сталі 12Х18Н10Т першої поставки під навантаженням при розтягу $m_{p1}=120,0$, а при стиску $m_{c1}=125,0$. Відповідно для другої поставки, при розтягу під навантаженням $m_{p2}=118,4$, а при стиску $m_{c2}=128,0$.

Порівнюючи розрахункові значення коефіцієнтів гомогенності кожного металу першої і другої поставки m_p і m_c поміж собою, що визначені у навантаженому стані, проводили за рівнем

відмінності їх значень, що отримані при розтягу і при стиску, оцінку ступеня їх однорідності, за якою визначали якість металу. Результати дослідження показали, що відмінність коефіцієнтів гомогенності при розтягу та стиску у навантаженому стані становила для сплаву АМг6 першої поставки $\Delta m_1=3,4$, а для другої - $\Delta m_2=1,8$; для сталі 12 × 18Н10Т відповідно $\Delta m_1=5,0$ і $\Delta m_2=9,6$.

5 Зважаючи на те, що більш високим значенням коефіцієнтів гомогенності відповідає низький рівень розсіювання фізико-механічних характеристик і, відповідно, краща організація структури, низький рівень пошкоджуваності, можна зробити висновок, що якість сплаву АМг6 першої поставки дещо вища, ніж другої поставки, а якість сталі 12Х18Н10Т другої поставки вища за першу. Для здійснення пропонованого способу використовували установку СНТ-5П [Установки
10 для исследования механических свойств материалов и элементов конструкций. - Киев: Наукова Думка.-1982. С. 10-11] та пристрій для вимірювання твердості Computest SC [COMPUTEST SC. ERNST HAERTEPRUEFER SA. Via Cantonale-P.O. Box 193. 6814 LAMONE (Ti) -Switzerland].

Таким чином, запропонований спосіб може бути застосований для оцінки якості металу методом твердості за рівнем накопичених пошкоджень.

15

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб оцінки якості металу методом твердості, що включає операції вимірювання твердості металу, за розсіюванням значень якої визначають стан пошкоджуваності металу, який
20 **відрізняється** тим, що з досліджуваного металу, виготовляють серію однакових зразків, які піддають стандартним випробуванням на одновісний розтяг і одновісний стиск, при цьому ведуть навантаження кожного зразка серії до встановленого рівня напруження в пружній області деформування і проводять масові випробування на твердість у навантаженому стані, а про якість металу судять за рівнем відмінності розрахованих параметрів розсіювання значень
25 твердості, що отримані при різних схемах навантаження зразків.

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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