



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **17690** (13) **U**  
(51) МПК (2006)  
G01N 3/40МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**  
**ДО ПАТЕНТУ**  
**НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під  
відповідальність  
власника  
патенту**(54) СПОСІБ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ МЕТАЛУ ВИРОБУ**

1

2

(21) u200603093

(22) 22.03.2006

(24) 16.10.2006

(46) 16.10.2006, Бюл. № 10, 2006 р.

(72) Лебедев Анатолій Олексійович, Музика Микола Романович

(73) ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МІЦНОСТІ ІМ. Г.С. ПИСАРЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) Спосіб контролю якості металу виробу, що включає операції вимірювання значення його твердості і порівнювання його з встановленим для досліджуваного металу значенням твердості, за яким визначають якість металу виробу, який **відрізняється** тим, що під час виконання операції вимірювання твердості металу визначають ступінь його однорідності шляхом порівнювання параметрів розсіювання значень твердості на різних ділянках виробу.

Пропонована корисна модель відноситься до засобів дослідження металевих матеріалів, а більш точно - до способу контролю якості металу виробу.

Відомі способи контролю якості металу виробу за результатами визначення механічних характеристик металу - границі текучості, міцності, твердості, модуля пружності та ін., металографії та вимірювання фізичних характеристик матеріалу таких як електричний опір, внутрішнє тертя та ін. шляхом порівнювання визначеної характеристики з встановленим для досліджуваного металу її значенням [Дрозд М.О. Определение механических свойств металла без разрушения. М.: Металлургия. 1965. - С.147-156].

Застосування цих способів для контролю якості металу виробу може привести до великих помилок, оскільки за вимірюваними абсолютними значеннями параметрів металу неможливо визначити ступінь його однорідності на різних ділянках виробу.

Найбільш близьким до пропонованого за технічною суттю є спосіб контролю якості металу виробу, що включає операції вимірювання значення його твердості і порівнювання його з встановленим для досліджуваного металу значенням твердості, за яким визначають якість металу виробу [Марковець М.П. Определение механических свойств материалов по твердости. - М.: Машиностроение, 1979. - С.40-43].

Недолік описаного способу полягає у тому, що для контролю якості металу виробу керуються абсолютними значеннями параметрів металу, що

не дозволяє одержати дані щодо ступеню його однорідності на різних ділянках виробу.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення такого способу контролю якості металу виробу за результатами вимірювання його характеристик твердості, який би був більш точним. Ця задача вирішується за рахунок проведення оцінки якості металу за ступенем його однорідності шляхом порівнювання параметрів розсіювання значень твердості на різних ділянках виробу.

Поставлена задача вирішується пропонованим способом, який, як і відомий спосіб контролю якості металу виробу, включає операції вимірювання значення його твердості і порівнювання його з встановленим для досліджуваного металу значенням твердості, за яким визначають якість металу виробу, а, відповідно до пропозиції, під час виконання операції вимірювання твердості металу визначають ступінь його однорідності шляхом порівнювання параметрів розсіювання значень твердості на різних ділянках виробу.

Під час виконання операції вимірювання твердості металу визначають ступінь його однорідності шляхом порівнювання параметрів розсіювання значень твердості на різних ділянках виробу.

У якості вимірюваного параметру вибрана характеристика твердості, яку найбільш просто визначати на реальному виробі, бо для цього нема потреби пошкоджувати виробу з метою виготовлення зразків металу для випробувань. Ступінь розсіювання характеристик твердості в значній мірі залежить від ступеню однорідності структури металу. Чим більше неоднорідність структури, тим

(13) **U**  
(11) **17690**  
(19) **UA**

більше розсіювання вимірюваних характеристик і параметрів. Відомо, що монокристали мають високий ступінь однорідності. Проте реальні метали, що широко застосовуються у техніці, є полікристалічними. Якщо прийняти до уваги статистичний характер 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 [Weibull I W. A statistical distribution function of wide applicability // J. of Appl. Mechanics. - v. 18. - N3. - p.293-297; Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятности и математической статистики (для технических приложений) // - М: Наука, 1969, с.91], а обробку результатів вимірювання значень твердості проводять за параметром розсіювання - коефіцієнтом гомогенності, який розраховують за формулою Гумбеля.

Оскільки ступінь розсіювання характеристик твердості матеріалу залежить, в основному, від структурного стану, то про зміни структурного стану на різних ділянках виробу внаслідок особливостей технології виготовлення, тобто про його однорідність, можна судити за розсіюванням характеристик твердості. Великим значенням коефіцієнта гомогенності, відповідає низький рівень розсіювання фізико-механічних характеристик і, відповідно, краща організація структури, низький рівень пошкоджуваності.

Таким чином, зіставляючи розрахункові значення коефіцієнтів гомогенності Вейбулла для вимірюваних значень твердості на різних ділянках виробу, можливо визначити ступінь його однорідності, отже оцінити якість металу виробу.

Суть процесів, які проходять у відповідності з операціями запропонованого способу і їх послідовність, полягає у наступному. Метал виробу, який підлягає оцінці на якість, після проходження технологічних операцій, піддають випробуванню на твердість щонайменше 25 разів на кожній ділянці виробу. Далі визначають параметри розсіювання вимірюваних значень твердості шляхом розрахунку коефіцієнтів гомогенності Вейбулла і зіставляючи розрахункові значення для кожної ділянки виробу поміж собою, проводять оцінку ступеню його однорідності, за якою визначають якість металу виробу.

Приклад. Для контролю якості була вибрана лопатка газотурбінного двигуна, яка виготовлена із нікелевого сплаву ЧС70ВІ. Лопатка має складну геометричну форму. Оцінку ступеню однорідності металу проводили шляхом визначення характеристик твердості за Віккерсом на різних ділянках по-

верхні п'яти поперечних перетинів вздовж лопатки. Результати вимірювання значень твердості досліджуваного металу лопатки показали, що твердість має практично однакові значення, що дорівнювали  $HV=3640 \text{ МПа}$  на різних ділянках лопатки, у тому числі на вхідній і вихідній кромках. Порівняння отриманих значень твердості зі значенням твердості  $HV=3647$ , за яким визначають якість виробу, показує на несуттєве відхилення від нормативу. Однак, результати обробки вимірюваних значень твердості за параметром розсіювання, показали суттєву зміну значень коефіцієнтів гомогенності, що характеризують ступінь однорідності матеріалу. На ділянках поверхні п'яти поперечних перетинів, що рівномірно були розташовані вздовж лопатки, від вхідної кромки до вихідної кромки коефіцієнти  $m$  відповідно мали значення:  $m_1=21,4$ ;  $23,8$ ;  $20,7$ ;  $14,6$ .  $m_2=28,6$ ;  $22,8$ ;  $20,2$ ;  $16,4$ .  $m_3=18,2$ ;  $18,5$ ;  $24,2$ ;  $31,6$ .  $m_4=11,5$ ;  $16,7$ ;  $15,4$ ;  $12,6$ .  $m_5=26,5$ ;  $23,8$ ;  $21,7$ ;  $27,7$ . Результати дослідження показали, що ступінь однорідності металу достатньо низька, бо коефіцієнти гомогенності для твердості суттєво змінювалися як вздовж, так і поперек лопатки. Така неоднорідність може бути обумовлена складністю технології виготовлення цього складного за конструкцією виробу. Таким чином, описані вище результати показують, що визначена фізико-механічна властивість матеріалу така як твердість, сама по собі є малочутливою до трансформації структури. Більш показним параметром, стосовно інформативності і вірогідності, є характеристика розсіювання значень твердості, обсяг даних про яку отримано в однакових умовах вимірювань. Отримані дані підтверджують, що такою характеристикою, яку знаходять за результатами масових випробувань, може бути коефіцієнт гомогенності Вейбулла.

Таким чином, запропонований спосіб дозволяє провести оцінку якості металу виробу за ступеню його однорідності.

Джерела інформації:

1. Дрозд М.О. Определение механических свойств металла без разрушения. М: Металлургия. - 1965. - С.147-156.
2. Марковец М. П. Определение механических свойств материалов по твердости. - М: Машиностроение, 1979. - С.40-43.
3. Weibull I W. A statistical distribution function of wide applicability // J. of Appl. Mechanics. - v. 18. - N3. - P.293-297.
4. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятности и математической статистики (для технических приложений) // - М: Наука, 1969, С.91.