



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **79499**

(13) **U**

(51) МПК

G01B 21/32 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2012 11924**

(22) Дата подання заявки: **16.10.2012**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.04.2013**

(46) Публікація відомостей **25.04.2013, Бюл.№ 8**
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

**Мицик Богдан Григорович (UA),
Дем'янишин Наталія Михайлівна (UA)**

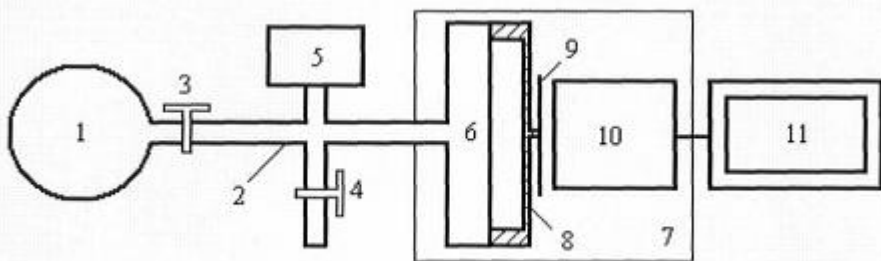
(73) Власник(и):

**ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Г.В.
КАРПЕНКА НАН УКРАЇНИ,
вул. Наукова, 5, м. Львів, 79060 (UA)**

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ЗМІН МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛІВ

(57) Реферат:

Спосіб вимірювання змін механічних властивостей металів включає дію змінного навантаження на зразок з одночасним вимірюванням величини деформації зразка. Зразок виконують таким, що він відповідає моделі жорсткої тонкої защемленої по контуру круглої металевої пластини. Розглядають деформацію прогину круглої металевої пластини, величину якої вимірюють в її центральній частині вимірювачем переміщень дистанційної дії.



Фіг. 1

UA 79499 U

Корисна модель належить до методів вивчення механічних властивостей металів і може бути використана в матеріалознавстві для визначення нових фізичних параметрів матеріалів.

Найближчим до запропонованого способу є спосіб вимірювання змін механічних властивостей металів, що включає дію змінного навантаження на зразок з одночасним вимірюванням величини деформації зразка [Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. - К.: Наукова думка, 1988. - С. 146]. Згідно з цим способом випробовують зразки у формі циліндрів або прямокутних пластин на розтяг і вимірюють величину деформації видовження зразків при дії навантаження.

Однак, цей спосіб дозволяє проводити вимірювання деформації лише контактним способом (наприклад за допомогою тензодатчиків, що наклеюються на зразок) при великих навантаженнях на зразок, що вимагає використання складного експериментального обладнання. Через низьку точність тензодатчиків, зміни механічних властивостей металу вимірюються при великих деформаціях - в області текучості металу, що приводить не тільки до залишкової деформації зразків, а й до їх руйнування. Оскільки похибка способу вимірювання складає $\sim 2\%$, він не дозволяє виявити зміни механічних властивостей металів на початку області пропорційності, тобто на початку області Гука.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спосіб вимірювання змін механічних властивостей металів, в якому використання зразка нової форми та вимірювача переміщень дистанційної дії забезпечило би можливість вимірювання малих деформацій при дії на зразок малих навантажень (на початку області Гука), що дасть можливість вивчати вплив на властивості металу експлуатаційних факторів - температури, термоциклювання, циклічного навантаження та ін. без руйнування зразка.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі вимірювання змін механічних властивостей металів, що включає дію змінного навантаження на зразок з одночасним вимірюванням деформації зразка, який відрізняється тим, що зразок виконують таким, що він відповідає моделі жорсткої тонкої защемленої по контуру круглої металевої пластини, розглядають деформацію прогину круглої металевої пластини, величину якої вимірюють в її центральній частині вимірювачем переміщень дистанційної дії.

Це спрощує спосіб і забезпечує можливість вже при малих навантаженнях отримати величини деформації, достатні для вимірювань, а відсутність механічних контактів вимірювача переміщень дистанційної дії зі зразком дозволяє вимірювати зміни механічних властивостей, пов'язаних лише зі зміною якості металу зразка і виключає похибку, зумовлену тертям, мертвими ходами механічних вузлів, що властиво контактним способом вимірювання деформації.

На фіг. 1, 2, 3 схематично зображено спосіб вимірювання змін механічних властивостей металів, де 1 - балон зі стиснутим повітрям, 2 - трубопровід, 3, 4 - вентилі, 5 - давач тиску високого класу точності, 6 - камера тиску, закріплена на платформі 7, 8 - зразок у вигляді круглої металевої пластини, герметично з'єднаний з камерою тиску, 9 - металевий диск, жорстко з'єднаний з центральною частиною круглої металевої пластини, 10 - вимірювач переміщення дистанційної дії, 11 - електронний блок відлікового пристрою.

Спосіб вимірювання змін механічних властивостей металів полягає в наступному. На трубопроводі 2 (фіг. 1) вентиль 4 ставлять в положення закрито. Вентилем 3 регулюють швидкість нагнітання повітря із балона 1 в камеру 6, плавно збільшуючи величину тиску в камері. При цьому збільшується навантаження на зразок 8, він деформується - прогинається. Пропорційна навантаженню величина тиску в камері 6 вимірюється давачем тиску 5. Переміщення металевого диска 9, зумовленого прогином зразка, вимірює вимірювач переміщення дистанційної дії 10 високого класу точності (наприклад, вимірювач переміщення Т05, фірми WayCap, Німеччина). При цьому величина переміщення металевого диска 9 дорівнює величині деформації прогину зі зразка 8 (фіг. 3).

На основі отриманих з відлікового пристрою 11 значень переміщення ω металевого диска 9 будують залежність деформації прогину від поданого навантаження $\omega(P)$ при зміні навантаження P у напрямку його збільшення.

Закривають вентиль 3, відкривають вентиль 4 і, плавно випускаючи повітря з камери 6, вимірювачем переміщення дистанційної дії вимірюють переміщення металевого диска 9, з'єднаного з центральною частиною зразка 8, у зворотному напрямі, при зменшенні навантаження P на зразок. Величину навантаження на зразок, що плавно змінюється, вимірюють давачем тиску 5. Будують залежність величини деформації прогину від величини поданого навантаження $\omega(P)$ у напрямку зменшення навантаження P .

Умови для зразка "жорстка" і "тонка" пластина передбачають малі значення деформації прогину зразка ω , у порівнянні з товщиною h і його діаметром D : відношення $a_1 = \omega/h$ та $a_2 = h/D$

для зразків мають бути меншими від значень $a_1 = 0,25$ та $a_2 = 0,1$, які є критеріями жорсткості і малої товщини, відповідно [Зубчанжов В.Г. Основы упругости и пластичности. - М.: Высш. шк., 1990. - С. 368]. Тоді максимально допустиме навантаження P на зразок визначають з відомої формули [Рудицын М.Н., Артемов П.Я., Любошц М.И. Справочное пособие по сопротивлению

материалов / Под. ред. М.Н. Рудицына. - Минск: Вышэйш. шк., 1970. - С. 391].

$$\omega = 0,17 \frac{P(R^2 - r^2)^2}{E \cdot h^3}, (1)$$

де R - радіус пластини, r - радіус технологічного потовщення центральної частини пластини для кріплення на нього металевого диска (фіг. 2, 3), E - модуль Юнга.

Будують також залежності деформація-напруження $\omega(\sigma)$, використовуючи для визначення напружень σ у зразку співвідношення

$$\sigma_{\max} = 0,75 \frac{P(R^2 - r^2)^2}{h^2}, (2)$$

де σ_{\max} - максимальні напруження у зразку, створені навантаженням P [Сопротивление материалов / Г.С. Писаренко, П.Я. Агарев, А.Л. Квитка и др. - К.: Вища шк., 1986. - С. 775].

Приклад застосування. Запропонованим способом досліджено зразки з легованої сталі 40X. Умови жорстка і тонка защемлена по контуру кругла пластина забезпечено малими навантаженнями $P = 0,2$ МПа, що викликає малий прогин зразка і, відповідно, мале переміщення диска, з'єднаного з центром пластини, $\omega = 50$ мкм відносно товщини зразка $h=1,26$ мм і його діаметру $D=60$ мм (відношення $a_1=\omega/h=0,04$ та $a_2=h/D=0,02$ для досліджених зразків є набагато меншими від значень $a_1 = 0,25$ та $a_2 = 0,1$, які є критеріями жорсткості і малої товщини, відповідно [Зубчанинов В.Г. Основы упругости и пластичности. - М.: Высш. шк., 1990. - С. 368.]).

Експериментально виміряні за допомогою запропонованого способу залежності деформація-навантаження $\omega(P)$ для 0,1 МПа (світлі точки) та 0,2 МПа (темні точки) подано на фіг. 4. На фіг. 5 і фіг. 6 показані області А і Б фіг. 4, побудовані у суттєво більшому масштабі, отримані для максимальних навантажень 0,1 МПа (фіг. 5) і 0,2 МПа (фіг. 6).

Як видно з фіг. 5, вже при навантаженнях, створених тиском $P = 0,1$ МПа, проявляється гістерезис величиною ω_h . Пластична деформація і механічний гістерезис для сталі 40X мали б проявлятися в області текучості, яка відповідає механічним напруженням у зразку $\sigma_T = 650-900$ МПа [Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. - К: Наукова думка, 1988. - С. 646]. Однак максимальні напруження в досліджуваних зразках, створені навантаженнями, що використовувались в експерименті ($P = 0,1$ МПа), згідно формули (2) становлять $\sigma_{\max} = 38$ МПа, що в 20 разів менше від межі текучості σ_T . Отже, на основі побудови залежностей деформація-навантаження з точністю 0,02 % (фіг. 5, 6) можна стверджувати, що гістерезис цих залежностей, пов'язаний із мікроструктурою зразків, проявляється за дії напружень, на порядок менших, ніж ті напруження, які відповідають відомим значенням межі текучості σ_T .

Точність заявленого способу збільшено на два порядки в порівнянні з відомими аналогами. Вимірюючи з його допомогою гістерезис залежностей деформація-навантаження в області Гука (фіг. 5, 6) і порівнюючи величини амплітуд гістерезису ω_h до і після дії на зразок експлуатаційних факторів - температури, термоцикування, циклічного навантаження та ін., можна робити висновки про зміни мікроструктури зразків не руйнуючи ці зразки і, навіть, не створюючи в них залишкових деформацій. При цьому збільшення амплітуди гістерезису при дії експлуатаційних факторів свідчатиме про збільшення дефектів мікроструктури зразків і зменшення експлуатаційного ресурсу відповідних металів.

Спосіб дає можливість визначити також мікрозміни модуля Юнга та при дії на метал експлуатаційних факторів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб вимірювання змін механічних властивостей металів, що включає дію змінного навантаження на зразок з одночасним вимірюванням величини деформації зразка, який **відрізняється** тим, що зразок виконують таким, що він відповідає моделі жорсткої тонкої защемленої по контуру круглої металевої пластини, розглядають деформацію прогину круглої металевої пластини, величину якої вимірюють в її центральній частині вимірювачем переміщень дистанційної дії.

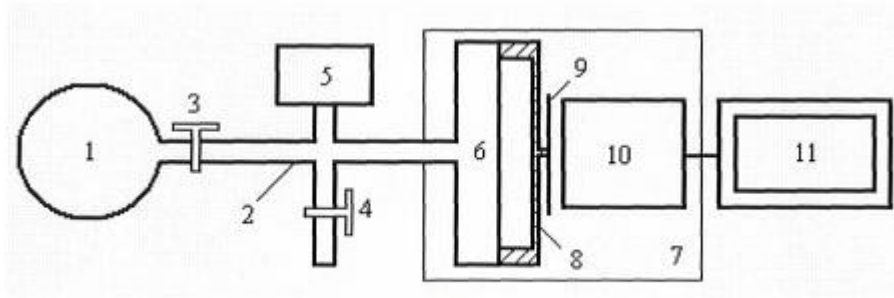


Fig. 1

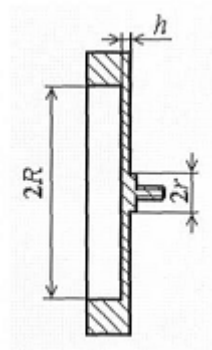


Fig. 2

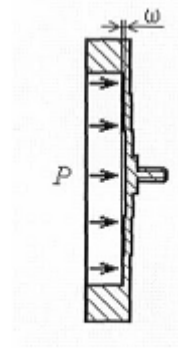


Fig. 3

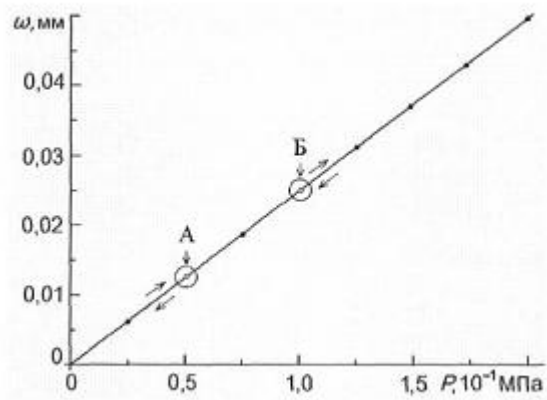


Fig. 4

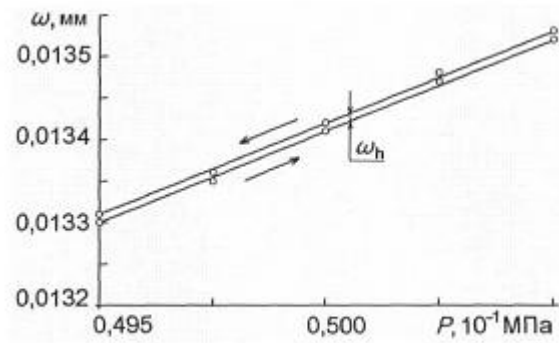
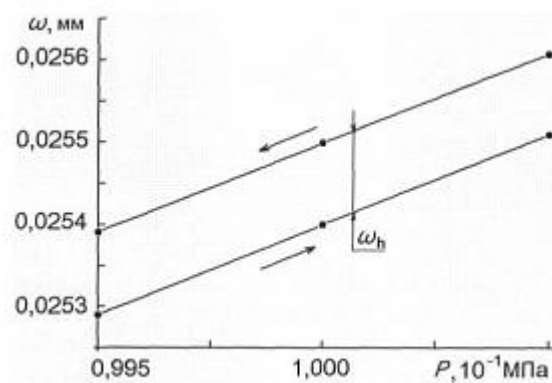


Fig. 5



Фиг. 6

Комп'ютерна верстка В. Мацело

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