



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104531** (13) **U**
(51) МПК
G01L 1/06 (2006.01)
G01L 1/08 (2006.01)
G01L 1/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2015 06544</p> <p>(22) Дата подання заявки: 03.07.2015</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.02.2016</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.02.2016, Бюл.№ 3</p>	<p>(72) Винахідник(и): Каплун Віталій Григорович (UA), Гончар Володимир Антонович (UA), Паршенко Анатолій Васильович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016 (UA)</p>
---	---

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ НАПРУЖЕНЬ В ДИФУЗІЙНИХ ПОКРИТТЯХ

(57) Реферат:

Спосіб визначення залишкових напружень в дифузійних покриттях включає визначення параметра відхилення зразка від вихідного положення. Навантажують консольно защемлений зразок з покриттям на верхній площині та ідентичний зразок без покриття однаковим вантажем величиною P . Вимірюють відхилення кожного зразка від початкового положення і знаходять різницю прогинів зразків з дифузійним покриттям. З формули прогину консольної балки визначають силу P_1 , по якій знаходять величину залишкових напружень.

UA 104531 U

Корисна модель належить до вимірювань напружень і деформацій, зокрема до визначення залишкових напружень в дифузійних покриттях в галузях металообробки та машинобудування.

Відомий спосіб визначення внутрішніх напружень в електроосаджених покриттях, згідно з яким експериментально визначають величину прогину зразка і розраховують напруження з урахуванням модуля пружності матеріалу основи [1].

Відомий спосіб визначення залишкових напружень в покриттях, згідно з яким вимірюють параметри деформації зразка після нанесення покриттів і за їх рівнем обчислюють величину напружень, враховуючи константи пружності основи [2].

Відомий також спосіб визначення складових залишкових напружень в покриттях, в якому для визначення величин напружень використовують рівняння пружної лінії балки з урахуванням прогину зразка та пружних констант основи [3].

Недолік відомих способів полягає в недостатній достовірності результатів при визначенні залишкових напружень в електроосаджених покриттях, що зумовлене наступним. При одержанні зразків електроосаджених покриттів, призначених для визначення залишкових напружень, осадження здійснюється з одного боку основи, що призводить до її деформації після нанесення покриття. При цьому інший бік основи ізолюється від контакту з електролітом за допомогою лаку, полімерної стрічки або інших матеріалів, які не проводять електричний струм. Звісно, наявність ізолюючого матеріалу впливає на пружні властивості зразків. Однак, у відомих способах не передбачене врахування наявності ізолюючого матеріалу, яким нехтують у розрахунках, використовуючи лише пружні константи матеріалу основи, що призводить до зменшення достовірності одержуваних результатів визначення залишкових напружень.

Найбільш близьким аналогом є спосіб визначення залишкових напружень в смугових заготовках, який полягає в видаленні з смугової заготовки досліджуваного зразка, вимірюванні товщини покриття, визначенні параметра кривизни зразка, як параметра відхилення від прямолінійного положення і визначенні величини залишкових напружень за формулою, яка враховує модуль пружності та коефіцієнт Пуассона матеріалу основи [4]. Недоліками аналога є низька достовірність результату при його застосуванні до електроосаджених покриттів з ізолюваною з одного боку основою і складність точного визначення кривизни поверхні малих зразків.

В основу корисної моделі поставлена задача, що полягає у підвищенні достовірності та спрощенні способу визначення залишкових напружень в дифузійних покриттях.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі визначення залишкових напружень в покриттях, який включає визначення параметра відхилення зразка від прямолінійного положення, згідно з корисною моделлю, навантажують консольно защемлений зразок з покриттям на верхній площині та ідентичний зразок без покриття однаковим вантажем величиною P , що створює в зразку без покриття максимальні напруження згину, що мають величину більшу за залишкові напруження, але не перевищують границю пропорційності матеріалу, вимірюють відхилення кожного зразка від початкового положення і знаходять різницю прогинів азотованого і не азотованого зразків. За цією різницею з формули прогину консольної балки визначають силу P_1 , по якій знаходять величину залишкових напружень за формулою згину консольної баки при дії відомого згинального моменту і моменту опору січення зразка.

Алгоритм реалізації запропонованого способу наступний:

На сталюну пластину шириною b і товщиною h з одного боку наносять дифузійне покриття методом іонного азотування за певним режимом, консольно закріплюють зразок до верху покриттям. Протилежний кінець зразка на віддалі L навантажують силою P і з допомогою лазерного датчика з великою точністю заміряють стрілу прогину Y_1 . Аналогічно вимірюємо стрілу прогину Y_2 для зразка без покриття. Знаходимо різницю прогинів:

$$Y = Y_2 - Y_1 \cdot (1)$$

З формули прогину консольної балки під дією сили P_1 :

$$Y = \frac{P_1 L^3}{3EJ_z}, (2)$$

знаходимо P_1 .

$$P_1 = \frac{3YEJ_z}{L^3}, (3)$$

де E - модуль Юнга матеріалу пластини J_z - момент інерції поперечного січення пластини.

Визначаємо залишкові напруження за формулою:

$$\sigma = \frac{6PL}{bh^2} \cdot (4)$$

Приклади реалізації запропонованого способу:

1. Для пластини з сталі 45 товщиною 3 мм і шириною 12 мм після іонного азотування за режимом 1 (температура 570 °С, тиск 240 Па, середовище 25 % Ar+75 % N₂, час азотування 6 год.) при навантаженні силою P = 40 Н і плечі L=140 мм прикладання сили P різниця прогину Y = 3,36 мм, P₁=16,98 Н і залишкові напруження складають 112,56 МПа.
2. Після іонного азотування такої ж пластини за режимом 2 (температура 540 °С, тиск 180 Па, середовище 50 % Ar+50 % N₂, час азотування 4 год.) при аналогічних параметрах навантаження маємо різницю прогинів Y = 2,35 мм, силу P₁=9,88Н і залишкові напруження складають 69,2 МПа.
- Таким чином, для різних режимів іонного азотування з використанням даного способу можемо знайти величину залишкових напружень. Запропонований спосіб визначення залишкових напружень належить до будь-яких дифузійних покриттів.

Джерела інформації:

1. Ковенский И.М., Поветкин В.В. Металловедение покрытий. - М: Интермет инжиниринг, 1999. - С. 53-55.
2. Патент 101477030 CN. G01N19/04. Measuring method for residual stress in coating / Binshi Xu, Xiancheng Zhang, Haidou Wang; Yixiong Wu. - № 200810055923.1; заявл. 02.01.2008; опубл. 08.07.2009.
3. Патент UA № 28383: G01L1/06. Спосіб визначення структурних і температурних складових залишкових напружень в покриттях / Антонюк В.С., Сорока О.Б., Клименко С.А., Копейкіна М.Ю. - № u200707507; заявл. 04.07.2007; опубл. 10.12.2007.
4. АС СРСР № 1805307. G01L1/00. Способ определения остаточных напряжений в полосовых заготовках / Колмогоров Г.Л. - № 4888114/28; заявл. 06.12.1990; опубл. 30.03.1993; Бюл. № 12.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- Спосіб визначення залишкових напружень в дифузійних покриттях, який включає визначення параметра відхилення зразка від вихідного положення, який **відрізняється** тим, що навантажують консольно зацемлений зразок з покриттям на верхній площині та ідентичний зразок без покриття однаковою вантажем величиною P, що створює в зразку без покриття максимальні напруження згину, які мають значення більше за величину залишкових напружень, але не перевищують границю пропорційності матеріалу, вимірюють відхилення кожного зразка від початкового положення і знаходять різницю прогинів зразків з дифузійним покриттям і без покриття та за різницею з формули прогину консольної балки визначають силу P₁, по якій знаходять величину залишкових напружень.

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

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

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