



УКРАЇНА

(19) UA (11) 32575 (13) U  
(51) МПК (2006)  
G01B 9/021МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ НЕРУЙНІВНОГО ГОЛОГРАФІЧНОГО КОНТРОЛЮ БАГАТОШАРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ

1

2

(21) u200713825

(22) 10.12.2007

(24) 26.05.2008

(46) 26.05.2008, Бюл. № 10, 2008 р.

(72) РОЖКОВСЬКИЙ ВОЛОДИМИР ФАУСТОВИЧ,  
UA, СОХАЧ ЮРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA, КУІНН  
НАТАЛІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА, UA, КУДРЄВАТИХ  
ОЛЕКСАНДР ТИХОНОВИЧ, UA(73) ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ, UA(57) Спосіб неруйнівного голографічного контролю  
багатошарових конструкцій, який полягає в тому,  
що записують методом двох експозицій  
голографічний інтерференційний портрет  
конструкції при навантаженні її шляхом зниження  
вакуумного тиску між експозиціями на величину  
 $\Delta P$ , на голографічному інтерференційному  
портреті конструкції знаходять сукупність  
замкнених інтерференційних смуг підвищеної

густоти, за якою визначають місце розташування і  
межу розшаровування, і за границею  
розшаровування на голографічному  
інтерференційному портреті визначають форму і  
розмір розшаровування, який відрізняється тим,  
що на голографічному інтерференційному  
портреті визначають кількість інтерференційних  
смуг  $N_{\text{експ}}$  в межах розшаровування,  
розрахунковим способом будують графік  
залежності кількості інтерференційних смуг  $N_{\text{розр}}$   
від глибини залягання розшаровування  $d_{\text{розр}}$  для  
конструкції з розшаровуванням визначеної форми  
і розмірів при заданій величині зниження  
вакуумного тиску  $\Delta P$  і за графіком визначають  
глибину залягання розшаровування  $d_{\text{експ}}$ ,  
вважаючи  $N_{\text{розр}} = N_{\text{експ}}$ .

Корисна модель відноситься до оптичних  
методів контролю, а саме до методів  
голографічної інтерферометрії, і може бути  
використана для неруйнівного контролю  
розшаровувань в багатошарових виробках  
машинобудування, зокрема в авіаційно-космічній  
та шинній промисловості.

Відомі способи контролю розшаровувань  
дозволяють достатньо точно визначити місце  
знаходження розташування і його форму.

Зазвичай контроль об'єкта методом  
голографічної інтерферометрії проводиться в  
такий спосіб [1]. Голографічним методом на  
реєструюче середовище записують хвильові  
фронти, відбиті від об'єкта в його початковому і  
деформованому станах. Інтерференція цих  
хвильових фронтів призводить до того, що  
записане голографічне зображення об'єкта  
виявляється покритим сіткою інтерференційних  
смуг, що свідчать про переміщення зовнішньої  
поверхні об'єкта. Густина смуг виявляється  
пов'язаною з механічними характеристиками  
конструкції. При наявності в контрольованій  
конструкції неоднорідностей, зокрема, при  
наявності в ній розшаровувань, густина і характер  
смуг в області їх розташування будуть

відрізнятися від загальної картини. Це дає змогу  
визначити місце розташування і контур  
неоднорідності, тобто визначити її розмір.

Найбільш близьким до корисної моделі по  
технічній суті є спосіб голографічного контролю,  
який полягає в тому, що отримують за допомогою  
методу двох експозицій голографічний  
інтерференційний портрет (ГІП) конструкції при  
навантаженні її шляхом підвищення вакуумного  
тиску на величину  $\Delta P$ , визначають місце  
розташування розшаровування, якому відповідає  
сукупність замкнених інтерференційних смуг  
підвищеної густоти, і його контур, який співпадає з  
зовнішньою інтерференційною полосою в цій  
сукупності [2]. При цьому питання про те, на якій  
глибині від поверхні конструкції знаходиться  
розшаровування, залишається невизначеним.

В основу корисної моделі поставлено задачу  
удосконалення способу голографічного контролю,  
що забезпечить однозначне визначення всіх  
параметрів розшаровування, а саме місця  
розташування, форми і розміру розшаровування, а  
також глибини його розташування відносно  
поверхні конструкції і, таким чином, дасть  
найбільш повну інформацію про аномальну  
ділянку конструкції.

(19) UA (11) 32575 (13) U

Поставлена задача вирішується тим, що записують методом двох експозицій ГІП досліджуваної конструкції при навантаженні її шляхом зниження вакуумного тиску між експозиціями на величину  $\Delta P$ , на ГІП конструкції знаходять сукупність замкнених інтерференційних смуг підвищеної густоти, за якою визначають місце розташування і межу розшарування, за межею розшарування на голографічному інтерференційному портреті визначають форму і розмір розшарування, підраховують кількість інтерференційних смуг  $N_{\text{експ}}$  в межах розшарування, розрахунковим способом будують графік залежності кількості інтерференційних смуг  $N_{\text{розр}}$  від глибини залягання розшарування  $d_{\text{розр}}$  для конструкції з розшаруванням визначеної форми і розмірів при заданій величині зниження вакуумного тиску  $\Delta P$  і за графіком визначають глибину залягання розшарування  $d_{\text{експ}}$ , вважаючи  $N_{\text{розр}} = N_{\text{експ}}$ .

Спосіб реалізується таким чином: за допомогою методу двох експозицій отримують ГІП об'єкта в процесі навантаження шляхом зниження вакуумного тиску на величину  $\Delta P$ . Якщо конструкція має розшарування, величина переміщень точок поверхні конструкції на ділянках, які знаходяться над розшаруванням, відрізняється від переміщень точок решти поверхні (див. Фіг.1). Внаслідок цього на ГІП з'являються локальні сукупності замкнених інтерференційних полос, які будуть розташовані в зоні, що знаходиться над розшаруванням (див. Фіг.2). Контуром розшарування вважається при цьому зовнішня інтерференційна смуга із цієї сукупності (див. Фіг.3). Знаючи контур розшарування, визначають форму і площу розшарування. На основі визначених геометричних параметрів розшарування здійснюють розрахунок переміщень поверхні контрольованої конструкції при заданій величині навантаження  $\Delta P$ , зокрема за допомогою методу скінчених елементів [3], і отримують розрахунковий ГІП конструкції (див. Фіг.4). При цьому контрольовану конструкцію розбивають на декілька рівнів по глибині і здійснюють розрахунок для різної глибини залягання розшарування.

Таким чином отримують серію розрахункових ГІП. Після цього на основі розрахункових даних будують графік залежності кількості інтерференційних смуг в межах розшарування  $N_{\text{розр}}$  від глибини залягання  $d_{\text{розр}}$  (див. Фіг.5). На експериментальному ГІП досліджуваної конструкції визначають кількість інтерференційних смуг  $N_{\text{експ}}$  в межах локальної сукупності, яка відповідає розшаруванню, і, вважаючи  $N_{\text{розр}} = N_{\text{експ}}$ , за графіком визначають дійсну глибину залягання розшарування  $d_{\text{експ}}$ .

На Фіг.1-5 наведені етапи реалізації запропонованого способу.

На Фіг.1 приведений переріз багатoshарової конструкції з розшаруванням, навантаженої за допомогою вакуумування.

ГІП конструкції з двома ділянками розшарування приведений на Фіг.2

На Фіг.3 приведений ГІП конструкції з визначеними контурами розшарування.

На Фіг.4 приведений розрахунковий ГІП конструкції з розшаруванням визначених розмірів і форми.

На Фіг.5 приведений графік залежності кількості інтерференційних смуг  $N_{\text{розр}}$  від глибини розташування розшарування  $d_{\text{розр}}$  при заданій величині тиску  $\Delta P$  і площі розшарування.

Таким чином, наведений приклад підтверджує, що при здійсненні заявленого способу забезпечується однозначне визначення всіх параметрів розшарування в багатoshаровій конструкції.

Джерела інформації:

1. Голографические неразрушающие исследования // Под ред. Р.К.Эрфа. - М. Машиностроение. - 1979. - 445с.

2. Ю.В.Сохач, А.Г.Пилипенко. Голографический контроль непрочлеив теплозащитных покрытий переменной толщины // Вестник ДНУ, РКТ. - 2006. - Вып. 10, том 1. - С.113-114.3. Ю.В.Сохач, В.Ф.Рожковский, А.Г.Пилипенко. Теоретико-экспериментальные исследования узлов ракетно-космической техники в процессе дефектоскопии // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. - 2005. - №4. - С.3-7.



Фіг. 1

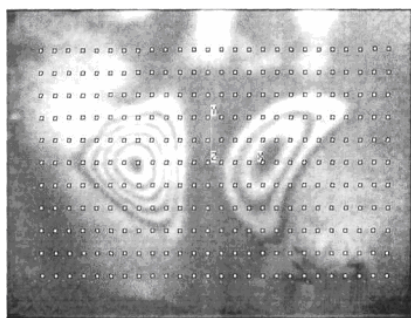


Fig. 2

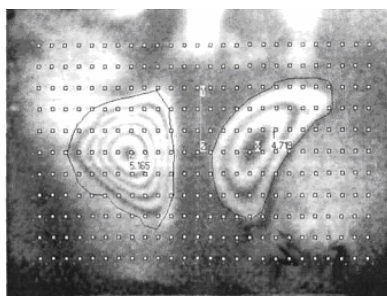


Fig. 3

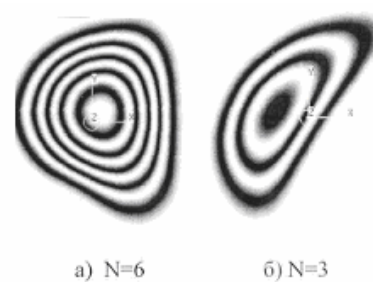


Fig. 4

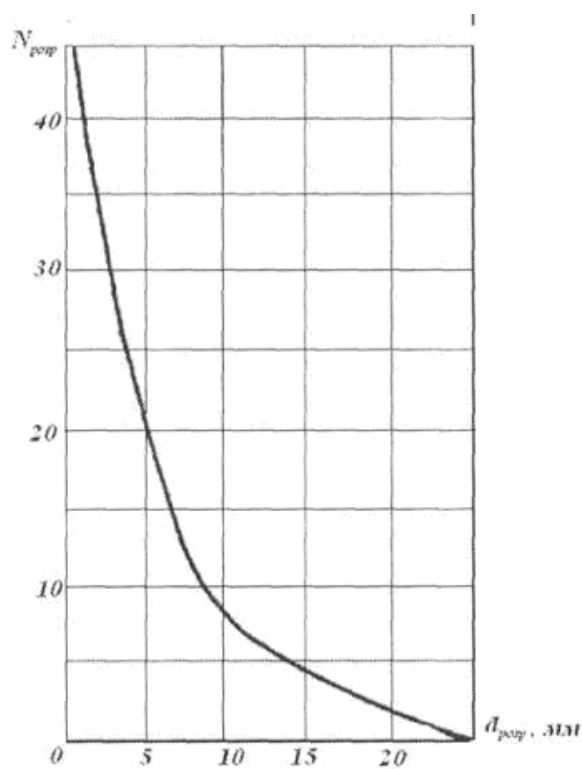


Fig. 5