



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **72789** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
G01N 27/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 02477	(72) Винахідник(и): Писаренко Георгій Георгійович (UA), Войналович Олександр Володимирович (UA), Майло Андрій Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки: 01.03.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.08.2012	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.08.2012, Бюл.№ 16	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МІЦНОСТІ ІМ. Г.С. ПИСАРЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, вул. Тимірязєвська, 2, м. Київ, 01014, Україна (UA)
	(74) Представник: Марченко Віталій Омелянович, реєстр. №10

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ ЛОКАЛЬНИХ ДЕФОРМАЦІЙ НА ПОВЕРХНІ КОНТРОЛЬОВАНОГО ОБ'ЄКТА

(57) Реферат:

Спосіб визначення часових параметрів локальних деформацій на поверхні контрольованого об'єкта включає притискання до поверхні контрольованого об'єкта індентора трансверсально-ізотропного пружного датчика, ініціювання зондувальної пружної хвилі у поверхневих шарах матеріалу контрольованого об'єкта, пересування датчика по поверхні контрольованого об'єкта, реєстрування у заданих точках поверхні сигналів з тензорезисторів, визначення різниці часових параметрів ортогональних складників локальних деформацій у дискретних зонах поверхні контрольованого об'єкта.

UA 72789 U

Пропонована корисна модель належить до методів дослідження нелокалізованого пошкодження металоконструкцій, а більш точно - до способу визначення часових параметрів локальних деформацій на поверхні контрольованого об'єкта - твердого тіла, який дозволяє оцінити ступінь деформаційної непружності локальних об'ємів поверхні матеріалу і, як наслідок,

5 - визначити ступінь накопичення пошкодження від циклічного та статичного навантажування, наприклад у таких відповідальних конструкціях, як робочі лопатки газотурбінних двигунів, компресорів тощо.

Відомим є спосіб реєстрації параметрів деформаційного гістерезису в локальних зонах поверхні структурно-неоднорідного матеріалу [Деклараційний патент на корисну модель № 63137, МПК (2011.01) G01N 3/00. Опубл. 26.09.2011, Бюл. № 18], згідно з яким проводять сканування поверхні контрольованого об'єкта водночас двома високочастотними пружними хвилями, створюваними у матеріалі від резонансного високочастотного збудження хвилеводу криволінійної форми. Зондувальні хвилі ініціюють у матеріалі у двох напрямках (вертикально до поверхні та тангенційно - під певним кутом, що відповідає дії у поверхневому шарі матеріалу

15 максимальних дотичних пошкоджувальних напружень від силового навантажування), які відповідають напрямам зміщення точок хвилеводу криволінійної форми, а реєстрація параметрів розсіювання енергії цих хвиль у локальних зонах пошкодженості поверхневих шарів матеріалу дозволяє отримати характеристики деформаційного гістерезису в локальних зонах, а значить оцінити ступінь локального пошкодження матеріалу від силового навантажування.

Недоліком описаного способу є те, що створення зондувальних хвиль у матеріалі та отримання даних щодо параметрів розсіювання енергії цих хвиль у локальних зонах пошкодженості поверхневих шарів матеріалу здійснюється водночас за допомогою резонансного хвилеводу криволінійної форми, що позначається на чутливості способу і точності реєстрації параметрів деформаційного гістерезису, який є узагальненням часових параметрів

25 локальних деформацій на поверхні твердого тіла.

Під час проведення патентно-інформаційних досліджень для підготовки цієї заявки авторами не було виявлено способів визначення часових параметрів ортогональних складників локальних деформацій на поверхні твердого тіла, як зсуву фаз між деформаціями в ортогональних напрямках, а тому, в основу запропонованої корисної моделі поставлено задачу створення такого способу.

Пропонований спосіб визначення часових параметрів локальних деформацій на поверхні твердого тіла - контрольованого об'єкта - здійснюють так: до поверхні контрольованого об'єкта притискають індентор трансверсально-ізотропного пружного датчика, чутливими елементами якого є тензорезистори, розміщені на взаємно перпендикулярних плечах (пружних просторових консолях) тензометра, а у поверхневих шарах матеріалу контрольованого об'єкта ініціюють зондувальну пружну хвилю з поперечним або поздовжнім типом деформацій, датчик

35 пересувають по поверхні контрольованого об'єкта і реєструють у заданих точках поверхні сигнали з тензорезисторів, що відповідають деформаційній взаємодії елементів структури контрольованого об'єкта від дії зондувальної хвилі поверхневого деформування, а за значеннями зсуву фаз між сигналами тензорезисторів у просторово розміщених консолях тензометра визначають різницю часових параметрів ортогональних складників локальних деформацій у дискретних зонах поверхні контрольованого об'єкта.

У поверхневих шарах контрольованого об'єкта від дії пружної хвилі виникають деформації розтягу-стиску, внаслідок взаємодії елементів структури матеріалу у полі пружних деформацій. Ортогональні складники локальних деформації реєструють за допомогою датчика з трансверсально-ізотропною пружністю. Орієнтаційну чутливість елементів пристрою забезпечує положення тензорезисторів, розміщених на взаємно перпендикулярних плечах (пружних консолях чотирикутної або іншої замкненої форми) просторової конструкції тензометра. Усталеність параметрів контакту датчика з поверхнею контрольованого матеріалу досягають

50 пружним притисканням індентора датчика сталим зусиллям. Зсув фаз між сигналами тензорезисторів на перпендикулярно розміщених консолях тензометра відповідає різниці часових параметрів ортогональних складників деформацій у локальних зонах поверхні матеріалу, а отже ступеню дискретного пошкодження цих зон від попереднього силового навантажування контрольованого об'єкта (статичного, циклічного та ін.).

Застосування датчика з трансверсально-ізотропною пружністю, чутливими елементами якого є тензорезистори, розміщені на взаємно перпендикулярних плечах (пружних просторових консолях) тензометра, дозволяє оцінити часові параметри деформаційної взаємодії локальних елементів поверхневої структури твердого тіла за дії пружних коливань, ініційованих джерелом хвиль поверхневих деформацій, розміщеним на поверхні тіла, а отже суттєво підвищити

60 точність визначення параметрів розсіювання енергії хвилі у локальних зонах поверхні матеріалу та

ступеню пошкодження локальних об'ємів поверхні матеріалу, що важливо для подальшого оцінки ресурсу металоконструкції.

Суть пропонованої корисної моделі пояснює фіг. 1, на якій схематично показано здійснення пропонованого способу.

На контрольованому об'єкті 1 - робочій лопатці газотурбінного двигуна - визначено точку 2, призначену для дії через неї на об'єкт 1 індентором трансверсально-ізотропного пружного датчика 3. Чутливими елементами трансверсально-ізотропного пружного датчика 3 є тензорезистори 4, розміщені на взаємно перпендикулярних плечах 5 (пружних просторових консолях) тензометра. Для здійснення способу використано вібродатчик 6, призначений для ініціювання зондувальної пружної хвилі 7 у поверхневих шарах матеріалу з поперечним або поздовжнім типом деформацій, схематично показаних позиціями 8 і 9 відповідно, а також реєстраційний пристрій 10 (РП), призначений для забезпечення реєстрації сигналів тензорезисторів 4. Генератор ГЗ-109 є електричним джерелом збудження пружної хвилі поверхневих деформацій через пристрій 6. Як реєстраційний пристрій можна використати вимірювальну систему, описану в [Деклараційний патент на корисну модель. 17348 Україна, МПК(2006)О 01 N 3/00.Спосіб оцінки рівня деградації матеріалу елемента конструкції. Писаренко Г.Г.,Копчевський П.М., Майло А.М.].

Приклад. До поверхні фрагмента контрольованого об'єкта 1 у точці 2 силою Р (величина якої забезпечує надійний пружний контакт з поверхнею) притискали індентор трансверсально-ізотропного пружного датчика 3, чутливими елементами якого є тензорезистори 4, розміщені на взаємно перпендикулярних плечах 5 (пружних просторових консолях) тензометра. У поверхневому шарі матеріалу за допомогою електромеханічного пристрою 6 ініціювали зондувальну пружну хвилю 7 з поперечним або поздовжнім типом деформацій, схематично показаних цифрами 8 і 9 відповідно.

Датчик пересували по поверхні матеріалу, а реєстраційний пристрій 10 у заданих точках поверхні реєстрував сигнали тензорезисторів 4, розташованих на пружних елементах (просторово-орієнтованих консолях) датчика, що відповідали деформаційній взаємодії елементів структури твердого тіла - контрольованого об'єкта 1 - за дії зондувальної хвилі поверхневого деформування, а отже отримували часові параметри локальних деформацій в дискретних зонах матеріалу контрольованого об'єкта 1. Тобто, локальні деформації (із складниками у поперечному та поздовжньому до напрямку поширення хвилі деформації розтягу-стиску), які виникали внаслідок взаємодії елементів структури поверхневого шару контрольованого об'єкта 1 за дії пружної хвилі, ініційованої джерелом поверхневих деформацій 6, реєстрували за допомогою датчика 3 з трансверсально-ізотропною пружністю, чутливими елементами якого є тензорезистори 4, розміщені на взаємно перпендикулярно розташованих плечах (пружних просторових консолях) тензометра. Зсув фаз між сигналами тензорезисторів 4 у просторово розміщених консолях тензометра відповідає різниці часових параметрів ортогональних складників локальних деформацій у дискретних зонах поверхні матеріалу, а отже ступеню локального пошкодження цих зон від попереднього силового навантажування контрольованого об'єкта (статичного, циклічного та ін.).

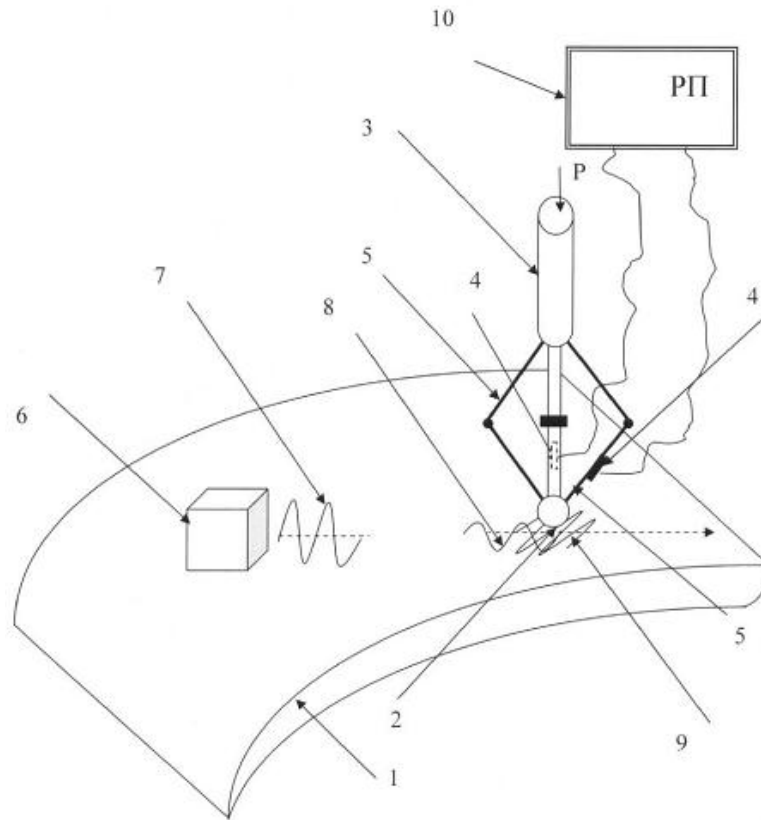
Результати визначення зсуву фаз між сигналами тензорезисторів за допомогою реєстраційного пристрою 10 показано у вигляді гістограми на фіг. 2, де на осі абсцис зазначено номери точок вимірювання на контрольованій поверхні, в яких було проведено визначення часових параметрів деформування, а на осі ординат відкладено приведені значення кута зсуву фаз.

Статистично оброблені результати реєстрації зсуву фаз між сигналами тензорезисторів показано на фіг. 3, де представлено отриману за допомогою реєструвального пристрою характеристику деформовності поверхні контрольованого об'єкта (зразка титанового сплаву ОТ4-1), залежну від кількості циклів його втомного навантажування за амплітуди напружень $\sigma_a = 122$ МПа.

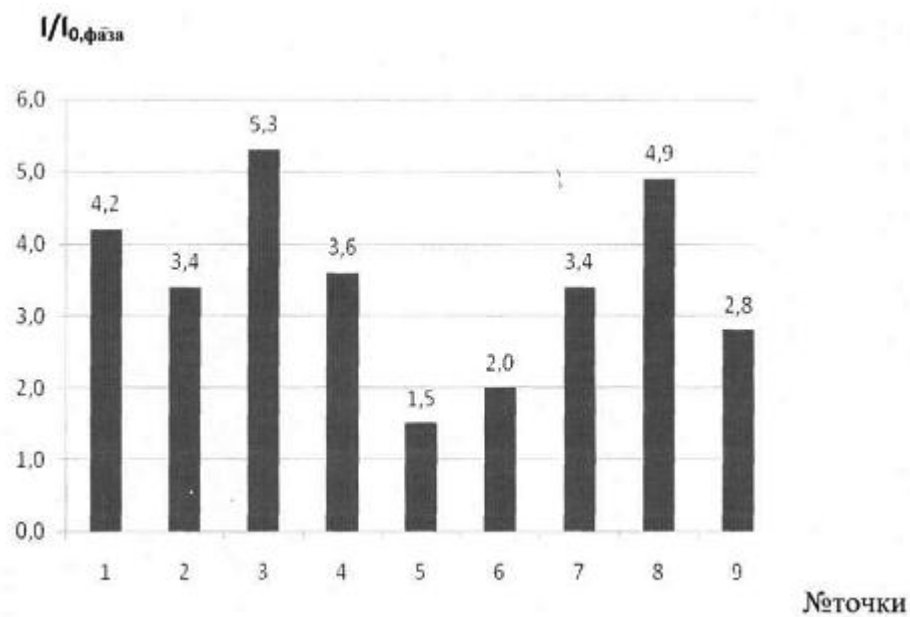
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення часових параметрів локальних деформацій на поверхні контрольованого об'єкта, під час якого до поверхні контрольованого об'єкта притискають індентор трансверсально-ізотропного пружного датчика, чутливими елементами якого є тензорезистори, розміщені на взаємно перпендикулярних плечах (пружних просторових консолях) тензометра, а у поверхневих шарах матеріалу контрольованого об'єкта ініціюють зондувальну пружну хвилю з поперечним або поздовжнім типом деформацій, датчик пересувають по поверхні контрольованого об'єкта і реєструють у заданих точках поверхні сигнали з тензорезисторів, що

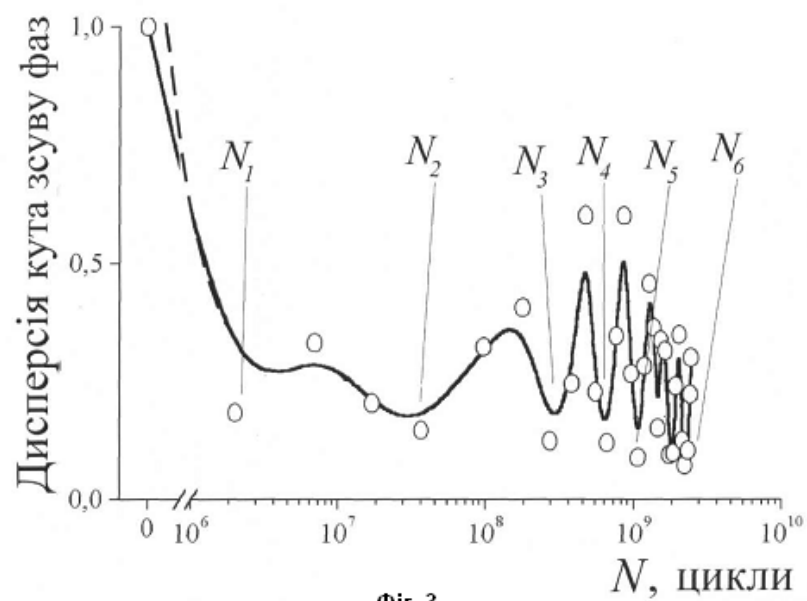
5 відповідають деформаційній взаємодії елементів структури контрольованого об'єкта під дією зондувальної хвилі поверхневого деформування, а за значеннями зсуву фаз між сигналами тензорезисторів у просторово розміщених консолях тензометра визначають різницю часових параметрів ортогональних складників локальних деформацій у дискретних зонах поверхні контрольованого об'єкта.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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