



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 60646

(13) A

(51) 7 G01N29/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ВІБРАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ

1

2

(21) 2003010609

(22) 23 01 2003

(24) 15 10 2003

(46) 15 10 2003, Бюл. № 10, 2003 р.

(72) Карінцев Іван Борисович, Пузько Ігор Данилович, Катаржнов Станіслав Іванович

(73) СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб вібраційного контролю виробів, по якому на контрольований виріб, який закріплюють з двох сторін, діють силовим гармонійним збудженням з частотою, яка дорівнює другій власній частоті гнучких коливань контрольованого виробу по всій його довжині, причому гнучкі коливання збуджують за допомогою однієї гармонійної силової дії, що прикладається в точці знаходження вузла гнучких коливань виробу по другій власній формі, і по виникненню гнучких коливань виявляють наявність дефекту по довжині контрольовано-

го виробу, який відрізняється тим, що контрольований виріб закріплюють жорстко і послідовно змінюють місце розташування одного закріплення в бік зменшення контрольованої ділянки по довжині і виробу, причому довжину ділянки змінюють по закону  $1 \cdot 2^{(1-k)}$ , де  $k$  - число змін довжини ділянок,  $k = 1, 2, 3, \dots$ , і на кожному контрольовану ділянку діють силовим гармонійним збудженням з частотою, що дорівнює другій власній частоті цієї ділянки, а наступну контрольовану ділянку вибирають із умови наявності на ній гнучких коливань, і по мінімальній довжині контрольованої ділянки, що відповідала виконанню умови можливості формування гнучких коливань по другій власній частоті і можливості реєстрації на ній наявності гнучких коливань визначають місце розташування дефекту

Винахід відноситься до області неруйнівного контролю виробів і може знайти застосування для знаходження дефектів у виробах балочного типу з допомогою формування вібраційних навантажень.

Відомим є спосіб вібраційного контролю виробів, по якому в контрольованому виробі збуджують гнучкі коливання в двох точках, що розташовані симетрично відносно його середнього перерізу, рівними по величині і однакового напрямку зовнішніми збуджувальними силами і вимірюють гнучкі коливання контрольованого виробу, причому гнучкі коливання збуджують одночасно в двох точках синфазними гармонійними силами однієї частоти, що дорівнює другій власній частоті гнучких коливань контрольованого виробу, а дефектність виробу визначають по виникненню гнучких коливань (Ав. св. СРСР №1364975, МПК G01N29/04, 1988).

Недоліком відомого способу є трудомісткість і затрати на контроль, що пояснюється необхідністю застосування для реалізації способу двох віброзбуджувачів, що повинні мати вихідні синхронізовані сигнали однакової форми, частоти і амплітуди. Крім того, має місце обмежена область використання, обумовлена недостатньою функці-

ональною можливістю способу за рахунок неможливості визначення місця розташування дефекту по довжині виробу (балки), а тільки визначенням наявності дефекту в контрольованому виробі.

Найбільш близьким до винаходу, що заявляється, по технічній суті і алгоритму функціонування є спосіб вібраційного контролю виробів, по якому на контрольований виріб діють силовим гармонійним збудженням з частотою, що дорівнює другій власній частоті гнучких коливань, і по виникненню гнучких коливань контрольованого виробу визначають наявність в ньому дефекту, причому гнучкі коливання збуджують за допомогою однієї гармонійної сили, що прикладається в точці розташування вузла гнучких коливань виробу по другій власній формі коливань (Ав. св. СССР №1645889, МПК G01N29/04, 1991).

Недолік відомого способу вібраційного контролю виробів - обмежена область використання, обумовлена недостатньою функціональною можливістю вібраційного контролю за рахунок неможливості визначення місця розташування дефекту по довжині виробу, а тільки визначенням його наявності.

(13) A

(11) 60646

(19) UA

В основу винаходу поставлене завдання створити такий спосіб вібраційного контролю, в якому шляхом переміщення одного із закріплень по довжині контрольованого виробу, що відбувається по алгоритму метода половинного ділення, забезпечується можливість визначення місця розташування дефекту по довжині контрольованого виробу, що призводить до розширення функціональних можливостей способу, а тому і області застосування і використання.

Поставлене завдання вирішується тим, що в спосіб вібраційного контролю виробів, по якому на контрольований виріб, який закріплюють з двох сторін, діють силовим гармонійним збудженням з частотою, яка дорівнює другій власній частоті гнучких коливань контрольованого виробу по всій його довжині, причому гнучкі коливання збуджують за допомогою однієї гармонійної силової дії, що прикладається в точці знаходження вузла гнучких коливань виробу по другій власній формі, і по виникненню гнучких коливань виявляють наявність дефекту, згідно винаходу, контрольований виріб закріплюють жорстко і послідовно змінюють місце розташування одного закріплення в бік зменшення контрольованої ділянки по довжині і виробу, причому довжину ділянки змінюють по закону  $l \cdot 2^{(1/k)}$ , де  $k$  - число змін довжини ділянок, а  $k = 1, 2, 3, \dots$ , і на кожну контрольовану ділянку діють силовим гармонійним збудженням з частотою, що дорівнює другій власній частоті цієї ділянки, а наступну контрольовану ділянку вибирають із умови наявності на ній гнучких коливань, і по мінімальній довжині контрольованої ділянки, що відповідатиме виконанню умови можливості формування гнучких коливань по другій власній частоті і можливості реєстрації на ній наявності гнучких коливань визначають місце розташування дефекту.

Використання запропонованого способу вібраційного контролю виробів з усіма суттєвими ознаками, включаючи відмінні, дозволяє проводити визначення місця дефекту контрольованого виробу довжиною  $l$ , на ділянці, що зменшується по закону  $l \cdot 2^{(1/k)}$ , де  $k = 1, 2, 3, \dots$ , за рахунок того, що призводиться переміщення однієї з опор в бік зменшення контрольованої ділянки, а також переміщення місця прикладання гармонійного сигналу збуджувальної дії, що розташоване в середньому по довжині перерізу кожної ділянки, причому вибір кожної наступної контрольованої ділянки виробу призводиться по наявності на цій ділянці гнучких коливань, тим самим розширюються функціональні можливості способу, що призводить до розширення області застосування.

На фіг. 1, 2, 3, 4, і 5 наведені структурні схеми пристрою для реалізації способу вібраційного контролю виробів (приклад реалізації способу).

Пристрій містить балку 1 (контрольований виріб), першу і другу опори 2 і 3 відповідно, віброзбуджувач 4, генератор 5 синусоїдальної напруги, амплітудний віброперетворювач 6, підсилювач 7, полосовий фільтр 8, вимірювальний прилад 9 (наприклад, вольтметр або осцилограф).

Контрольований виріб у вигляді балки 1 жорстко закріплений на першій і другій опорах 2, 3 за допомогою защемлення. В середньому перерізі по довжині балки 1 (симетрично відносно опор 2, 3 -

точка А, фіг. 1) установлений віброзбуджувач 4, керувальний вхід якого сполучений з виходом генератора 5 синусоїдальної напруги, на якому формується сигнал у вигляді  $P \sin \omega t$ . На балці 1 установлений віброперетворювач 6, вихід якого сполучений з входом підсилювача 7, вихід якого через полосовий фільтр 8 сполучений з входом вимірювального приладу 9.

Спосіб вібраційного контролю виробів здійснюється таким чином.

До точки А балки 1, що розташована в середньому перерізі по довжині балки 1, з допомогою віброзбуджувача 4, на вхід якого надходить сигнал  $P \sin \omega t$ , з виходу генератора 5 синусоїдальної напруги, надходить сигнал збуджувальної дії. За допомогою зміни частоти сигналу з виходу генератора 5 частота  $\omega$  сигналу  $P \sin \omega t$  збуджувальної дії віброзбуджувача 4 установлюється такою, що дорівнює другій власній частоті  $\omega_2$  гнучких коливань балки 1 (фіг. 1).

Колівання балки 1 на другій власній частоті  $\omega_2$  вимірюються амплітудним віброперетворювачем 6, вихідний сигнал якого надходить через підсилювач 7 і полосовий фільтр 8 на вхід вимірювального приладу 9, який фіксує цей сигнал. Полосовий фільтр 8 виділяє полосу частот, що знаходиться поблизу другої власної частоти  $\omega_2$ .

При відсутності дефекту в балці 1 її інерційно-жорсткі параметри постійні по її довжині  $l$ . Колівання балки 1 по другій формі антисиметричні відносно осі  $Y_A$ , що проходить через точку А, яка знаходиться в середньому перерізі по довжині балки (пунктирна лінія на фіг. 1). В точці А фіксується вузол другої форми коливань, а тому амплітуда коливань в цій точці дорівнює нулю. Тому при формуванні сигналу  $P \sin \omega t$  збуджувальної дії в точці А гнучкі коливання балки 1 по другій формі  $\omega_2$  не виникають - сигнал  $P \sin \omega t$  роботи на частоті  $\omega_2$  не виконує.

При виникненні в балці 1 дефекту, за виключенням дефекту в точці А, що розташована в середньому перерізі балки 1, зменшується жорсткість балки в районі дефекту. Симетрія інерційно-жорстких параметрів виробу відносно осі  $Y_A$  змінюється. Тому вузлова точка приймає положення  $A^1$  або  $A^{11}$ . Амплітуда власних коливань в точці А буде відрізнятися від нуля і зовнішня збуджувальна сила  $P \sin \omega t$  починає виконувати позитивну роботу.

Після виявлення наявності дефекту по довжині балки 1, проводять низку додаткових вимірювань для визначення місця розташування дефекту. Для цього застосовують метод половинного ділення, реалізація якого відбувається по кроках таким чином.

1) Перший крок. Одну з опор, наприклад опору 3 з жорстким защемленням установлюють в точці А (довжина контрольованої частини балки при цьому дорівнює  $l/2$ , довжина всієї балки  $l$ ). До точки  $A_1$  (фіг. 2) балки 1, що розташована в середньому перерізі по довжині  $l/2$  балки 1, з допомогою генератора 5 синусоїдальної напруги і віброзбуджувача 4 надходить сигнал  $P \sin \omega t$ .

В режимі зміни частота  $\omega$  з виходу генератора 5 частота  $\omega$  сигналу  $P \sin \omega t$  віброзбуджувача 4 установлюється такою, яка дорівнює другій влас-

ній частоті  $\omega_{2(1)}$  частини балки 1, що має довжину  $l/2$  (фіг 2). Коливання балки 1 по частоті  $\omega_{2(1)}$  вимірюються віброперетворювачем 6, вихідний сигнал якого через підсилювач 7 і голосовий фільтр 8 надходить на вхід вимірювального приладу 9. При відсутності дефекту в цій половині балки 1 коливання цієї частини балки 1 не виникають, тоді дефектною є друга частина балки 1 і навпаки, при наявності дефекту виникають коливання першої половини балки 1 по другій формі (фіг 2, 3).

2) Другий крок. Одна з опор, наприклад опора 3, установлюється в точку  $A_1$  (довжина контрольованої частини балки 1 при цьому дорівнює  $l/4$ , фіг 4, 5). До точки  $A_2$ , що розташована в середньому перерізі по довжині  $l/4$  балки 1 з виходу генератора 5 через віброзбуджувач 4 надходить сигнал збудження  $P \sin \omega t$ . Знову, як і при реалізації цього першого кроку, виявляється частина балки, де

зосереджений дефект.

3) К-ий крок. Одну з опор переміщують для виділення частини балки 1, де зосереджений дефект. Таким чином, довжина контрольованої частини балки 1 змінюється по закону  $l \cdot 2^{(1-k)}$ , де  $k$  - число змін контрольованої довжини балки 1,  $k = 1, 2, 3$ , а величина  $l \cdot 2^{(1-k)}$  визначається експериментальною можливістю формування на цій довжині частини балки 1 другої форми коливань і можливістю апаратної реєстрації цих коливань при наявності дефекту по довжині контрольованої ділянки балки 1.

Таким чином наведений алгоритм функціонування дозволяє локалізувати з деякою похибкою місце знаходження дефекту, що і призводить до розширення функціональних можливостей відомого способу вібраційного контролю виробів.

