



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **72859** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
G01H 13/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 03275	(72) Винахідник(и): Пузько Ігор Данилович (UA)
(22) Дата подання заявки: 20.03.2012	(73) Власник(и): СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.08.2012	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.08.2012, Бюл.№ 16	

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗОНАНСНОЇ ЧАСТОТИ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ

(57) Реферат:

Спосіб визначення резонансної частоти елементів конструкції, за яким формують два режими дії на конструкцію збуджувальними коливаннями сигналу змінної частоти. В кожному режимі вимірюють різницю фаз між збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції і фіксують першу і другу частоти ω_1, ω_2 відповідно, на яких різниця фаз між збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції дорівнює величині $\pi/2$. В першому і другому режимах частоту сигналу збуджувальної дії змінюють із першою і другою постійними швидкостями V_1, V_2 відповідно розгортки частоти. Реєструють перший часовий інтервал t_1 зміни частоти розгортки до значення ω_1 і другий часовий інтервал t_2 зміни частоти розгортки до значення ω_2 . Визначають значення скорегованої резонансної частоти ω_0^* елемента конструкції із співвідношення:

$$\omega_0^* = (t_1 - t_2)(t_1\omega_1^{-1} - t_2\omega_2^{-1})^{-1}.$$

UA 72859 U

Корисна модель належить до області машинобудівної, авіаційної і ракетно-космічної техніки і може знайти застосування при проведенні випробувань на вібронадійність, віброміцність, вібростійкість і розробці нових технологій вібраційного типу.

Відомий спосіб визначення резонансної частоти елементів конструкції, згідно з яким два рази діють на конструкцію збуджувальними коливаннями змінної частоти, при кожній дії вимірюють різницю фаз між збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції і фіксують частоти, на яких різниця фаз між збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції дорівнює $\pi/2$ (Ав. св. СССР №1254310, МПК G01H 1/00, 1986).

Недоліком відомого способу є недостатня точність, що пояснюється неврахуванням інерційності процесу збудження резонансної системи в режимі розгортки частоти сигналу збудження.

За прототип вибрано спосіб визначення резонансної частоти елемента конструкції, за яким формують два режими дії на конструкцію збуджувальними коливаннями сигналу змінної частоти, в кожному режимі вимірюють різницю фаз між збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції і фіксують першу і другу частоти ω_1 , ω_2 відповідно, на яких різниця фаз між збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції дорівнює величині $\pi/2$, в першому і другому режимах частоту сигналу збуджувальної дії змінюють із першою і другою постійними швидкостями V_1 , V_2 відповідно розгортки частоти (Авт. св. СССР №1633294, МПК G01H 13/00, 1991).

Недоліком відомого способу є недостатня точність визначення резонансної частоти, що пояснюється неврахуванням інерційності процесу збудження резонансного режиму елемента випробуваної конструкції і залежності ступеня інерційності при установленні резонансного режиму від величини швидкості розгортки частоти сигналу збуджувальної дії.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу визначення резонансної частоти елементів конструкції шляхом формування нового алгоритму і проведення вимірювань за рахунок реєстрації двох часових інтервалів зміни частоти сигналу збуджувальної дії від початкового значення до значення частот, на яких різниця фаз між збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції дорівнює величині $\pi/2$, що і приводить до збільшення точності і розширення області застосування.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі визначення резонансної частоти елементів конструкції, за яким формують два режими дії на конструкцію збуджувальними коливаннями сигналу змінної частоти, в кожному режимі вимірюють різницю фаз між збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції і фіксують першу і другу частоти ω_1 , ω_2 відповідно, на яких різниця фаз між збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції дорівнює величині $\pi/2$, в першому і другому режимах частоту сигналу збуджувальної дії змінюють із першою і другою постійними швидкостями V_1 , V_2 відповідно розгортки частоти, згідно з корисною моделлю, реєструють перший часовий інтервал t_1 зміни частоти розгортки до значення ω_1 і другий часовий інтервал t_2 зміни частоти розгортки до значення ω_2 і визначають значення скорегованої резонансної частоти ω_0^* елемента конструкції із співвідношення:

$$\omega_0^* = (t_1 - t_2)(t_1\omega_1^{-1} - t_2\omega_2^{-1})^{-1}.$$

Застосування запропонованого способу визначення резонансної частоти елементів конструкції разом з усіма суттєвими ознаками, включаючи відмінні, забезпечує підвищення точності визначення резонансної частоти за рахунок проведення нових технологічних операцій по реєстрації першого і другого часових інтервалів одночасно із реєстрацією першої і другої частот, на яких різниця фаз між збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції дорівнює величині $\pi/2$, що і дає підставу до формування нового алгоритму.

Розробка нового алгоритму визначення резонансної частоти елемента конструкції базується на наступних аналітичних перетвореннях.

Відомо, що зміщення S максимуму резонансного піка відносно резонансної частоти ω_0 при швидкості V розгортки частоти ω сигналу збуджувальної дії визначають із співвідношення (Харкевич А.А. Спектры и анализ. М, 1962, С. 142-144).

$$S = 2 \frac{4V}{\omega_0^2} Q^2, \quad (1)$$

де: Q - добротність елемента конструкції, параметри якого визначають.

Відомо також, що величину S визначають по співвідношенню

$$S = \frac{2Q(\omega - \omega_0)}{\omega_0}, \quad (2)$$

де: ω - поточна частота розгортки.

Із (1), (2) отримаємо наступне співвідношення

$$\omega = \omega_0 + \frac{4Q}{\omega_0} V. \quad (3)$$

5 При швидкостях V_1, V_2 розгортки частоти і частотах ω_1, ω_2 відповідно із (3) отримаємо систему рівнянь

$$\omega_1 = \omega_0 + \frac{4Q}{\omega_0} V_1,$$

$$\omega_2 = \omega_0 + \frac{4Q}{\omega_0} V_2. \quad (4)$$

Із (4) отримаємо наступні вирази для визначення резонансної частоти ω_0

$$\omega_0 = \frac{(\omega_1 V_2 - \omega_2 V_1)}{(V_2 - V_1)} V. \quad (5)$$

10 В той же час співвідношення системи рівнянь (4), а також (5) отримані без урахування інерційності установлення частоти резонансного режиму і залежності величини інерційності від швидкості розгортки частоти сигналу збуджувальної дії.

При урахуванні умови наявності процесу інерційності установлення резонансного режиму і реєстрації значень частот ω_1, ω_2 і значень відповідних часових інтервалів t_1, t_2 значення середніх швидкостей V_{1cp}, V_{2cp} розгортки частоти визначимо із співвідношень

$$15 \quad V_{1cp} = \frac{\omega_1}{t_1}; \quad V_{2cp} = \frac{\omega_2}{t_2}; \quad (6)$$

При умові (6) аналітичне співвідношення для визначення скорегованої резонансної частоти ω_0^* елемента випробуваної конструкції приймає вигляд

$$\omega_0^* = (t_1 - t_2) \left(\frac{t_1}{\omega_1} - \frac{t_2}{\omega_2} \right)^{-1}. \quad (7)$$

20 Таким чином, для визначення скорегованої резонансної частоти ω_0^* при урахуванні умови наявності інерційності при установленні резонансних режимів елемента випробуваної конструкції, як слідує із (7), необхідно провести реєстрацію резонансних частот ω_1, ω_2 і відповідних часових інтервалів t_1, t_2 при реалізації першого і другого режимів розгортки частоти сигналу збуджувальної дії із швидкостями V_1, V_2 .

25 Спосіб визначення резонансної частоти елементів конструкції реалізують на підставі наступного алгоритму:

1) формують перший режим розгортки частоти " ω " сигналу збуджувальної резонансну систему дії із першою постійною швидкістю V_1 розгортки частоти;

2) в першому режимі розгортки частоти фіксують і реєструють першу частоту ω_1 і перший часовий інтервал t_1 зміни частоти до значення ω_1 , на якій різниця фаз між збуджувальними 30 коливаннями і коливаннями елемента конструкції дорівнює величині $\pi/2$;

3) формують другий режим розгортки частоти " ω " сигналу збуджувальної резонансну систему дії із другою постійною швидкістю V_2 розгортки частоти;

4) в другому режимі розгортки частоти реєструють другу частоту ω_2 і другий часовий інтервал t_2 зміни частоти до значення ω_2 , на якій різниця фаз між збуджувальними коливаннями 35 і коливаннями елемента конструкції дорівнює величині $\pi/2$;

5) визначають першу і другу середні швидкості V_{1cp}, V_{2cp} розгортки частоти сигналу збуджувальної дії по співвідношеннях

$$V_{1cp} = \omega_1 t_1^{-1}, \quad V_{2cp} = \omega_2 t_2^{-1},$$

6) визначають значення скорегованої резонансної частоти ω_0^* елемента конструкції при 40 урахуванні наявності умови інерційності із співвідношення

$$\omega_0^* = (t_1 - t_2) (t_1 \omega_1^{-1} - t_2 \omega_2^{-1})^{-1}.$$

Новим в алгоритмі реалізації способу визначення скорегованої резонансної частоти ω_0^* елемента конструкції є фіксація і реєстрація першого і другого часових інтервалів t_1, t_2 зміни частоти сигналу збуджувальної дії до частот ω_1, ω_2 відповідно, на яких різниця фаз між 45 збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції дорівнює величині $\pi/2$.

Спосіб визначення скорегованої резонансної частоти ω_0^* елемента конструкції реалізують наступним чином.

1) Установлюють випробуваний об'єкт (конструкцію) на рухомій платформі вібростенду електродинамічного типу.

2) Реалізують перший режим розгортки частоти сигналу збуджувальної дії із першою швидкістю V_1 .

5 3) Реєструють першу частоту ω_1 і перший часовий інтервал t_1 , який відповідає зміні частоти сигналу збуджувальної вібростенд дії до значення частоти ω , на якій різниця фаз між збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції дорівнює величині $\pi/2$.

4) Реалізують другий режим розгортки частоти сигналу збуджувальної дії із другою швидкістю V_2 .

10 5) Реєструють другу частоту ω_2 і другий часовий інтервал t_2 , який відповідає зміні частоти сигналу збуджувальної вібростенд дії до значення частоти ω_2 , на якій різниця фаз між збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції дорівнює величині $\pi/2$.

6) За допомогою обчислювально-вимірального комплексу (комп'ютерної системи) проводять обробку зареєстрованого інформаційного масиву сигналів ω_1 , ω_2 , t_1 , t_2 і на підставі отриманого нового аналітичного співвідношення визначають скореговану резонансну частоту ω_0^* елемента конструкції.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

20 Спосіб визначення резонансної частоти елементів конструкції, за яким формують два режими дії на конструкцію збуджувальними коливаннями сигналу змінної частоти, в кожному режимі вимірюють різницю фаз між збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції і фіксують першу і другу частоти ω_1, ω_2 відповідно, на яких різниця фаз між збуджувальними коливаннями і коливаннями елемента конструкції дорівнює величині $\pi/2$, в першому і другому режимі частоту сигналу збуджувальної дії змінюють із першою і другою постійними швидкостями V_1, V_2 відповідно розгортки частоти, який **відрізняється** тим, що реєструють перший часовий інтервал t_1 зміни частоти розгортки до значення ω_1 і другий часовий інтервал t_2 зміни частоти розгортки до значення ω_2 і визначають значення скорегованої резонансної частоти ω_0^* елемента конструкції із співвідношення:

30
$$\omega_0^* = (t_1 - t_2)(t_1\omega_1^{-1} - t_2\omega_2^{-1})^{-1}.$$