



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60722 (13) U
(51) МПК (2011.01)
G01H 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НЕЛІНІЙНОЇ ДИСИПАТИВНОЇ КОЛИВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

1

2

(21) u201014897

(22) 13.12.2010

(24) 25.06.2011

(46) 25.06.2011, Бюл.№ 12, 2011 р.

(72) ПУЗЬКО ІГОР ДАНИЛОВИЧ

(73) СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної системи, за яким формують два режими вимушених коливань нелінійної дисипативної коливальної системи, в кожному режимі задають початкові і кінцеві значення амплітуд вимушених коливань нелінійної дисипативної коливальної системи, вимірюють величини першого і другого часових інтервалів $\Delta_1 t, \Delta_2 t$ відповідно і числа n_1, n_2 циклів коливань в часових інтервалах $\Delta_1 t, \Delta_2 t$ відповідно при зміні амплітуди коливань в кожному часовому інтервалі від початкового X_{a1} до кінцевого X_{a2} значення, при цьому частоту сигналу вимушеної дії в першому режимі змінюють із першою постійною швидкістю V_1 , в другому режимі - із другою постійною швидкістю V_2 , в першому і другому режимах фіксують значення середніх частот $\omega_{cp1}, \omega_{cp2}$ відповідно першого і другого діапазонів частот при зміні амплітуди вимушених коливань від постійного початкового значення X_{a1} до постійного кінцевого значення X_{a2} , який **відрізняється** тим, що додатково формують першу і другу групи режимів вимушених коливань неліній-

ної дисипативної коливальної системи, кожна з яких включає множину "N-1" ($N = 2,3,4, \dots$) режимів вимушених коливань, в першій групі режимів вимушених коливань частоту сигналу вимушеної дії змінюють із першою групою постійних швидкостей V_{1i} ($i = 2,3, \dots, N$) зміни частоти, в першій групі режимів вимушених коливань фіксують і реєструють першу групу часових інтервалів $\Delta_{1i} t$ ($i = 2,3, \dots, N$) із "N-1" часового інтервалу і першу групу чисел n_{1i} ($i = 2,3, \dots, N$) циклів коливань із "N-1" циклу коливань відповідно, в другій групі режимів вимушених коливань частоту сигналу вимушеної дії змінюють із другою групою постійних швидкостей V_{2i} ($i = 2,3, \dots, N$) зміни частоти, в другій групі режимів вимушених коливань фіксують і реєструють другу групу часових інтервалів $\Delta_{2i} t$ ($i = 2,3, \dots, N$) із "N-1" часового інтервалу і другу групу чисел n_{2i} ($i = 2,3, \dots, N$) циклів коливань із "N-1" циклу коливань відповідно, в першій і другій групах режимів вимушених коливань фіксують і реєструють першу і другу групи середніх частот $\omega_{cp1i}, \omega_{cp2i}$ ($i = 2,3, \dots, N$) відповідно, кожна група середніх частот містить "N-1" середню частоту, а визначення $\hat{\omega}_s$ резонансної частоти ω_s по S-ій нормальній координаті визначають із співвідношення:

$$\hat{\omega}_s = \left[2\pi \left(\sum_{i=1}^N n_{1i} \Delta_{1i} t \sum_{i=1}^N \Delta_{2i} t - \sum_{i=1}^N n_{2i} \Delta_{2i} t \sum_{i=1}^N \Delta_{1i} t \right) + \sum_{i=1}^N \omega_{cp1i} \Delta_{1i}^2 t \sum_{i=1}^N \Delta_{2i} t - \sum_{i=1}^N \omega_{cp2i} \Delta_{2i}^2 t \sum_{i=1}^N \Delta_{1i} t \right] / \left(\sum_{i=1}^N \Delta_{1i}^2 t \sum_{i=1}^N \Delta_{2i} t - \sum_{i=1}^N \Delta_{2i}^2 t \sum_{i=1}^N \Delta_{1i} t \right)$$

де: $\omega_{cp1i} = \frac{\omega_{H1i} + \omega_{B1i}}{2}$, $\omega_{cp2i} = \frac{\omega_{H2i} + \omega_{B2i}}{2}$;

$\omega_{H1i}, \omega_{H2i}$ ($i = 1,2,3, \dots, N$) - нижні частоти першої і другої груп часових інтервалів відповідно;

$\omega_{B1i}, \omega_{B2i}$ ($i = 1,2,3, \dots, N$) - верхні частоти першої і другої груп часових інтервалів відповідно.

UA (19) 60722 (11) (13) U

Корисна модель належить до галузі машинобудівної, авіаційної і ракетно-космічної техніки, а саме до способів визначення параметрів нелінійних дисипативних коливальних систем із кінцевим числом ступенів вільності і може знайти застосування при визначенні моментів інерції механічних коливальних систем.

Відомий спосіб визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної системи, за яким формують два режими вимушених коливань коливальної системи, в кожному режимі задають початкове і кінцеве значення амплітуди коливань нелінійної дисипативної коливальної системи, вимірюють перший і другий часові інтервали і число циклів коливань в першому і другому часових інтервалах при зміні амплітуди коливань в кожному часовому інтервалі від початкового до кінцевого значення, формують два режими вимушених коливань нелінійної коливальної системи, в першому з яких частоту сигналу вимушеної дії змінюють із постійною швидкістю V_1 , а в другому - із постійною швидкістю V_2 , в режимах вимушених коливань початкові значення амплітуд коливань задають однаковими і кінцеві значення амплітуд коливань задають однаковими, вимір першого часового інтервалу і числа циклів коливань в цьому інтервалі проводять при зміні частоти сигналу вимушеної дії із першою постійною швидкістю V_1 , вимір другого часового інтервалу і числа циклів коливань в цьому часовому інтервалі проводять при зміні частоти сигналу вимушеної дії із другою постійною швидкістю V_2 ($V_2 \neq V_1, V_2 < V_1$ або $V_2 > V_1$), а визначення параметра ω_0 проводять із співвідношення:

$$\omega_0 = \frac{\left[2\pi(n_1 - n_2) + \frac{1}{2}(V_1\Delta_1^2t - V_2\Delta_2^2t) \right]}{(\Delta_1t - \Delta_2t)},$$

де: ω_0 - частота вільних коливань лінійної породжувальної системи;

Δ_1t, Δ_2t - перший і другий часові інтервали відповідно;

n_1, n_2 - числа циклів коливань в першому і другому часових інтервалах відповідно (Патент України на корисну модель №41550, МПК G01H 11/00, 2009).

Недолік відомого способу визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної системи - обмежені функціональні можливості, що пояснюється неможливістю визначення параметрів нелінійної механічної коливальної системи при умові застосування джерел енергії, що мають обмежену потужність із-за відсутності відповідного алгоритму проведення вимірів у режимах вимушених коливань.

За прототип вибрано спосіб визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної системи, за яким формують два режими вимушених коливань, в кожному режимі задають однакові по-

чаткові значення і однакові кінцеві значення амплітуд вимушених коливань коливальної системи, вимірюють величини першого і другого часових інтервалів Δ_1t, Δ_2t відповідно і числа циклів n_1, n_2 в часових інтервалах Δ_1t, Δ_2t відповідно при зміні амплітуди коливань в кожному часовому інтервалі від початкового до кінцевого значення, частоту сигналу вимушеної дії в першому режимі змінюють із першою постійною швидкістю V_1 , в другому режимі - із постійною швидкістю V_2 , в першому і другому режимах фіксують значення середніх частот $\omega_{cp1}, \omega_{cp2}$ відповідно першого і другого діапазонів частот при зміні амплітуди вимушених коливань від постійного початкового значення X_{a1} до постійного кінцевого значення X_{a2} , а визначення резонансної частоти ω_S по s-ій нормальній координаті проводять із співвідношення:

$$\omega_S = \frac{2\pi(n_1 - n_2) + \omega_{cp1}\Delta_1t - \omega_{cp2}\Delta_2t}{\Delta_1t - \Delta_2t},$$

де:

$$\omega_{cp1} = \frac{1}{2}(\omega_{H1} + \omega_{B1}), \omega_{cp2} = \frac{1}{2}(\omega_{H2} + \omega_{B2});$$

ω_{H1}, ω_{H2} - нижні частоти першого і другого діапазонів частот відповідно;

ω_{B1}, ω_{B2} - верхні частоти першого і другого діапазонів частот відповідно (Патент України на корисну модель №48344, МПК G01H 11/00, 2009).

Недолік відомого способу визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної системи є недостатня точність визначення параметрів, що пояснюється неврахуванням похибок виміру, фіксації та запам'ятовування множини часових інтервалів та чисел циклів коливань при зміні амплітудних значень коливального процесу, а також недостатнім по множині інформаційним масивом часових інтервалів і чисел циклів коливань, що і приводить до наявності похибок вимірювання і реєстрації даних при формуванні алгоритму визначення параметрів.

В основу корисної моделі поставлено завдання удосконалення способу визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної системи шляхом підвищення точності визначення параметрів за рахунок проведення додаткових технологічних операцій по реєстрації і вимірюванню довжин часових інтервалів і чисел циклів коливань, які формують розширений інформаційний масив даних, що дає підставу для формування нових алгоритмів перетворень, що приводять до зменшення впливу похибок вимірювання і реєстрації на результат визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної системи.

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної системи, за яким формують два режими вимушених коливань нелінійної дисипативної коливальної системи, в кожному режимі

задають початкові і кінцеві значення амплітуд вимушених коливань нелінійної дисипативної коливальної системи, вимірюють величини першого і другого часових інтервалів $\Delta_1 t, \Delta_2 t$ відповідно і числа n_1, n_2 циклів коливань в часових інтервалах $\Delta_1 t, \Delta_2 t$ відповідно при зміні амплітуди коливань в кожному часовому інтервалі від початкового X_{a1} до кінцевого X_{a2} значення, при цьому частоту сигналу вимушеної дії в першому режимі змінюють із першою постійною швидкістю V_1 , в другому режимі - із другою постійною швидкістю V_2 , в першому і другому режимах фіксують значення середніх частот $\omega_{cp1}, \omega_{cp2}$ відповідно першого і другого діапазонів частот при зміні амплітуди вимушених коливань від постійного початкового значення X_{a1} до постійного кінцевого значення X_{a2} , згідно з корисною моделлю, додатково формують першу і другу групи режимів вимушених коливань нелінійної дисипативної коливальної системи, кожна з яких включає множину "N-1" ($N=2,3,4,\dots$) режимів вимушених коливань, в першій групі режимів вимушених коливань частоту сигналу вимушеної дії змінюють із першою групою постійних швидкостей V_{1i} ($i=2,3,\dots,N$) зміни частоти, в першій групі

$$\hat{\omega}_s = \left[2\pi \left(\sum_{i=1}^N n_{1i} \Delta_{1i} t \sum_{i=1}^N \Delta_{2i} t - \sum_{i=1}^N n_{2i} \Delta_{2i} t \sum_{i=1}^N \Delta_{1i} t \right) + \sum_{i=1}^N \omega_{cp1i} \Delta_{1i}^2 t \sum_{i=1}^N \Delta_{2i} t - \sum_{i=1}^N \omega_{cp2i} \Delta_{2i}^2 t \sum_{i=1}^N \Delta_{1i} t \right] / \left(\sum_{i=1}^N \Delta_{1i}^2 t \sum_{i=1}^N \Delta_{2i} t - \sum_{i=1}^N \Delta_{2i}^2 t \sum_{i=1}^N \Delta_{1i} t \right),$$

$$\text{де: } \omega_{cp1i} = \frac{\omega_{H1i} + \omega_{B1i}}{2}, \omega_{cp2i} = \frac{\omega_{H2i} + \omega_{B2i}}{2},$$

$\omega_{H1i}, \omega_{H2i}$ ($i=1,2,3,\dots,N$) - нижні частоти першої і другої груп часових інтервалів відповідно;

$\omega_{B1i}, \omega_{B2i}$ ($i=1,2,3,\dots,N$) - верхні частоти першої і другої груп часових інтервалів відповідно.

Застосування запропонованого способу визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної системи разом з усіма суттєвими ознаками, включаючи відмінні, забезпечує можливість визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної системи при умові застосування джерел енергії, що мають обмежену потужність, а також забезпечує формування розширеного інформаційного масиву даних, що дає підставу для формування нового алгоритму математичних перетворень, які приводять до зменшення впливу випадкових похибок вимірювання на результат визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної системи при реалізації "2N" режимів вимушених коливань, з яких перші "N" режимів проводять при одній постійній швидкості розгортки частоти сигналу вимушеної дії, а другі "N" режимів проводять при другій постійній швидкості розгортки частоти сигналу вимушеної дії.

Розробка нового алгоритму визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної сис-

теми базується на наступних теоретичних дослідженнях.

При аналізі процесів у вібраційних машинах при умові взаємодії робочого органа (джерела механічної енергії) з коливальною системою проводиться рішення нелінійних диференціальних рівнянь (система приведена до нормальної форми)

$$\frac{d^2 x_k}{dt^2} + \omega_k^2 x_k = \varepsilon f_k(x, \dot{x}, \ddot{x}, \varphi, \dot{\varphi}, \ddot{\varphi}), \quad (k=1, n), \quad (1)$$

$$\frac{d^2 x_k}{dt^2} = \varepsilon f(x, \dot{x}, \ddot{x}, \varphi, \dot{\varphi}, \ddot{\varphi}), \quad (2)$$

де ε - малий позитивний параметр, що характеризує слабу нелінійність системи;

x_k - координати;

φ - координати обертального руху.

Функції f_k, f визначаються як періодичні з періодом 2π і такі, що диференціюються по аргументах (Пресняков В. К., Филер З. Е. Колебания механической системы, рассматриваемой совместно с двигателем. Динамика и прочность машин, Харьков, изд-во Харьковского университета, - 1971. С. 82. Кононенко В. О. Колебательные системы с ограниченным возбуждением, М.: "Наука", - 1964. С. 30-35, 51-58. Кононенко В. О. Нелинейные ко-

лебання механических систем. Киев: "Наукова думка", - 1980. С. 90-93, 95-100, 126-130, 201-210).

Беручи до уваги умову, що внутрішні резонанси відсутні, проведемо аналіз системи в області, близької до резонансної частоти по s -ій нормальній координаті $\left(\omega_s \approx \frac{p}{q}\omega\right)$, де p, q - взаємно прості числа;

ω - середня за період коливань швидкість (середня частота по діапазону частот).

Рішення системи (1), (2) рівнянь має вигляд

$$\left. \begin{aligned} X_s &= X_a \sin \psi + \varepsilon u_{1s}(X_a, \Theta, \omega, \varphi) + \dots, \\ X_k &= \varepsilon u_{1k}(X_a, \Theta, \omega, \varphi) + \dots, (k \neq s), \\ \psi &= \frac{p}{q}\varphi + \Theta, \\ \frac{d\varphi}{dt} &= \omega_{cp} + \varepsilon V_1(X_a, \Theta, \omega, \varphi) + \dots \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Для функцій X_a, Θ, ω_{cp} мають місце рівняння

$$\left. \begin{aligned} \frac{dX_a}{dt} &= \varepsilon A_1(X_a, \Theta, \omega) + \varepsilon^2 A_2 + \dots, \\ \frac{d\Theta}{dt} &= \omega_s - \frac{p}{q}\omega + \varepsilon B_1(X_a, \Theta, \omega) + \varepsilon^2 B_2 + \dots, \\ \frac{d\omega}{dt} &= \varepsilon C_1(X_a, \Theta, \omega) + \varepsilon^2 C_2 + \dots \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Приймаючи умову $p = q = 1$ для першого наближення система рівнянь має вираз

$$\frac{dX_a}{dt} = \varepsilon A_1, \quad \frac{d\Theta}{dt} = \omega_s - \omega_{cp} + \varepsilon B_1, \quad \frac{d\omega_{cp}}{dt} = \varepsilon C_1. \quad (5)$$

Проведемо нескладні перетворення системи (5).

1) Проведемо операцію ділення лівих і правих частин першого і другого рівняння системи (5)

$$\frac{\frac{d\Theta}{dt} - \omega_s + \omega_{cp}}{\frac{dX_a}{dt}} = \frac{\varepsilon B_1}{\varepsilon A_1}. \quad (6)$$

Після нескладних перетворень (6) отримаємо таке рівняння

$$d\Theta - \omega_s dt + \omega_{cp} dt = \frac{B_1}{A_1} dX_a, \quad (7)$$

де $d\Theta = 2\pi n, n$ - число циклів.

Після інтегрування лівої і правої частини (7) отримаємо таке співвідношення

$$2\pi n - \omega_s \Delta t + \omega_{cp} \Delta t = \int_{X_{a1}}^{X_{a2}} \frac{B_1}{A_1} dX_a. \quad (8)$$

$$S_1 = \sum_{i=1}^N \left[2\pi n_{1i} - \omega_s \Delta_{1i} t + \omega_{cp1i} \Delta_{1i} t - \int_{X_{a1}}^{X_{a2}} \frac{B_1}{A_1} dX_a \right]^2, \quad (14)$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^N \left[2\pi n_{2i} - \omega_s \Delta_{2i} t + \omega_{cp2i} \Delta_{2i} t - \int_{X_{a1}}^{X_{a2}} \frac{B_1}{A_1} dX_a \right]^2, \quad (15)$$

При проведенні операцій по отриманню (8) не було застосовано третє рівняння системи (5).

При застосуванні другого і третього рівнянь системи (5) отримаємо таке співвідношення

$$d\Theta - \omega_s dt + \omega_{cp} dt = \frac{B_1}{C_1} d\omega_{cp}. \quad (9)$$

Однак при застосуванні першого і третього рівнянь системи (5) отримаємо таке співвідношення

$$d\omega_{cp} = \frac{C_1}{A_1} dX_a. \quad (10)$$

При застосуванні (9), (10) отримаємо співвідношення

$$d\Theta - \omega_s dt + \omega_{cp} dt = \frac{B_1}{C_1} \cdot \frac{C_1}{A_1} dX_a = \frac{B_1}{A_1} dX_a, \quad (11)$$

тобто співвідношення (7) і (11) однакові.

Таким чином, рівняння (8) отримано при умові урахування всіх трьох рівнянь системи (5).

На підставі рівняння (8) отримаємо систему двох рівнянь

$$2\pi n_1 - \omega_s \Delta_{1t} + \omega_{cp1} \Delta_{1t} = \int_{X_{a1}}^{X_{a2}} \frac{B_1}{A_1} dX_a, \quad (12)$$

$$2\pi n_2 - \omega_s \Delta_{2t} + \omega_{cp2} \Delta_{2t} = \int_{X_{a1}}^{X_{a2}} \frac{B_1}{A_1} dX_a, \quad (13)$$

де: n_1, n_2 - числа циклів (періодів) коливань в часових інтервалах Δ_{1t}, Δ_{2t} відповідно при реалізації режимів вимушених коливань із різними швидкостями розгортки частоти при зміні амплітуди коливань від початкового значення X_{a1} до кінцевого значення X_{a2} ;

$\omega_{cp1}, \omega_{cp2}$ - середні частоти діапазонів частот, що відповідають часовим інтервалам Δ_{1t}, Δ_{2t} відповідно при зміні амплітуди вимушених коливань від амплітудного значення X_{a1} до амплітудного значення X_{a2} .

Вимірювання першої і другої груп часових інтервалів $\Delta_{1i} t, \Delta_{2i} t$ ($i = 1, 2, \dots, N$) відповідних першої і другої груп чисел n_{1i}, n_{2i} ($i = 1, 2, \dots, N$) циклів (періодів) коливань проводять при наявності випадкових похибок.

Тому на підставі системи (12), (13) рівнянь отримаємо наступні мінімізуючі функції:

де: $\hat{\omega}_S$ - оцінка параметра ω_S резонансної частоти по S -ій нормальній координаті; N - число експериментів.

$$\left. \begin{aligned} 2\pi \sum_{i=1}^N n_{1i} \Delta_{1i} t - \hat{\omega}_S \sum_{i=1}^N \Delta_{1i}^2 t + \sum_{i=1}^N \omega_{cp1i} \Delta_{1i}^2 t &= \sum_{i=1}^N \Delta_{1i} t \int_{X_{a1}}^{X_{a2}} \frac{B_1}{A_1} dX_a, \\ 2\pi \sum_{i=1}^N n_{2i} \Delta_{2i} t - \hat{\omega}_S \sum_{i=1}^N \Delta_{2i}^2 t + \sum_{i=1}^N \omega_{cp2i} \Delta_{2i}^2 t &= \sum_{i=1}^N \Delta_{2i} t \int_{X_{a1}}^{X_{a2}} \frac{B_1}{A_1} dX_a. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Із системи (16) рівнянь отримаємо аналітичне співвідношення для визначення оцінки ω_S параметра ω_S

$$\hat{\omega}_S = \left[2\pi \left(\sum_{i=1}^N n_{1i} \Delta_{1i} t \sum_{i=1}^N \Delta_{2i} t - \sum_{i=1}^N n_{2i} \Delta_{2i} t \sum_{i=1}^N \Delta_{1i} t \right) + \sum_{i=1}^N \omega_{cp1i} \Delta_{1i}^2 t \sum_{i=1}^N \Delta_{2i} t - \sum_{i=1}^N \omega_{cp2i} \Delta_{2i}^2 t \sum_{i=1}^N \Delta_{1i} t \right] / \left(\sum_{i=1}^N \Delta_{1i}^2 t \sum_{i=1}^N \Delta_{2i} t - \sum_{i=1}^N \Delta_{2i}^2 t \sum_{i=1}^N \Delta_{1i} t \right). \quad (17)$$

Спосіб визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної системи реалізують на підставі наступного алгоритму:

1) формують першу групу "N" режимів вимушених коливань досліджуваної нелінійної коливальної системи (конструкції); в кожному режимі задають постійне значення першої групи швидкостей V_{1i} зміни частоти сигналу вимушеної дії; задають також постійні значення початкової X_{a1} і кінцевої X_{a2} амплітуд вимушених коливань;

2) реєструють і запам'ятовують в кожному режимі із першої групи "N" режимів значення першої групи часових інтервалів Δ_{1it} і першої групи чисел n_{1i} циклів коливань в першій групі часових інтервалів Δ_{1it} ($i = \overline{1, N}$);

3) формують другу групу "N" режимів вимушених коливань досліджуваної нелінійної коливальної системи (конструкції); в кожному режимі задають постійне значення другої групи швидкостей V_{2i} зміни частоти сигналу вимушеної дії; задають

також постійне значення початкової X_{a1} і кінцевої X_{a2} амплітуд вимушених коливань;

4) реєструють і запам'ятовують в кожному режимі із другої групи "N" режимів вимушених коливань значення другої групи часових інтервалів Δ_{2it} і другої групи чисел n_{2i} циклів коливань в другій групі часових інтервалів Δ_{2it} ($i = \overline{1, 2, \dots, N}$).

Новим в способі визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної системи є проведення наступних операцій:

- вимірювання, фіксація і запам'ятовування "N-1" значень першої групи часових інтервалів Δ_{1it} і

Після формування частинних похідних $\frac{\partial S_1}{\partial \omega_S}, \frac{\partial S_2}{\partial \omega_S}$ по (14), (15) отримуємо систему нормальних рівнянь

першої групи чисел n_{1i} циклів коливань нелінійної дисипативної коливальної системи при реалізації першої множини "N-1" режимів вимушених коливань при зміні частоти сигналу вимушеної дії із першою групою швидкостей V_{1i} розгортки частоти при зміні амплітудних значень коливального процесу від першого початкового значення X_{a1} до першого кінцевого X_{a2} ;

- вимірювання, фіксація і запам'ятовування другої множини "N-1" значень другої групи часових інтервалів Δ_{2it} і другої групи чисел n_{2i} циклів коливань нелінійної дисипативної коливальної системи при реалізації множини "N-1" режимів вимушених коливань при зміні частоти сигналу вимушеної дії із другою групою постійних швидкостей V_{2i} при зміні амплітудних значень коливального процесу від першого початкового значення X_{a1} до першого кінцевого X_{a2} ;

- вимірювання, фіксація і запам'ятовування множини значень перших груп нижніх і верхніх частот $\omega_{H1i}, \omega_{B1i}$ ($i = 2, \dots, N$) першої групи діапазонів частот першої групи "N-1" режимів вимушених коливань при зміні частоти сигналу вимушеної дії із першою групою постійних швидкостей V_{1i} ($i = 2, \dots, N$);

- вимірювання, фіксація і запам'ятовування множини значень других груп нижніх і верхніх частот $\omega_{H2i}, \omega_{B2i}$ ($i = 2, \dots, N$) другої групи діапазонів частот другої групи "N-1" вимушених коливань при зміні частоти сигналу вимушеної дії із другою групою постійних швидкостей V_{2i} ($i = 2, \dots, N$).

Спосіб визначення параметрів нелінійної дисипативної коливальної системи реалізують наступним чином:

1) установлюють випробуваний об'єкт (конструкцію) на рухому платформу вібростенда електродинамічного типу;

2) реалізують "N" режимів вимушених коливань випробуваного об'єкта (конструкції) шляхом формування сигналу вимушеної дії постійної амплітуди, але змінної з першою групою постійних швидкостей V_{1j} розгортки частоти;

3) фіксують в першій групі "N" режимів першу множину "N" значень першої групи часових інтервалів Δ_{1jt} і множину значень першої групи чисел n_{1j} циклів (періодів) коливань конструкції при зміні амплітуди вимушених коливань від постійного початкового значення X_{a1} до постійного кінцевого значення X_{a2} ;

4) в першій групі "N" режимів вимушених коливань фіксують першу множину "N" значень перших груп нижніх і верхніх частот $\omega_{H1i}, \omega_{B1i}$ ($i = 1, 2, \dots, N$) відповідно першої групи діапазонів частот;

5) реалізують "N" режимів вимушених коливань випробуваного об'єкта (конструкції) шляхом формування сигналу вимушеної дії постійної амплітуди, але змінного з першою групою постійних швидкостей V_{2j} розгортки частоти;

6) фіксують в другій групі "N" режимів другу множину "N" значень другої групи часових інтервалів Δ_{2jt} множину "N" значень другої групи чисел

n_{2j} циклів коливань конструкції при зміні амплітуди вимушених коливань від постійного початкового значення X_{a1} до постійного кінцевого значення X_{a2} ;

7) в другій групі "N" режимів вимушених коливань фіксують другу множину "N" значень других груп нижніх і верхніх частот $\omega_{H2i}, \omega_{B2i}$ ($i = 1, 2, \dots, N$) відповідно другої групи діапазонів частот;

8) за допомогою вимірювально-обчислювального комплексу (комп'ютерної системи) проводять обробку інформаційних масивів зафіксованих і зареєстрованих сигналів, що відповідають запам'ятованим значенням першої і другої груп часових інтервалів і чисел циклів коливань конструкції, а також інформаційним значенням нижньої і верхньої частот першої і другої груп діапазонів частот відповідно і на підставі отриманих нових аналітичних співвідношень і інформаційних масивів даних визначають оцінку значень параметра ω_s резонансної частоти по s-ій нормальній координаті.