



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **31598** (13) **U**  
(51) МПК (2006)  
G01P 15/09  
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 ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ОБЛАДНАННЯ

1

(21) u200714833

(22) 26.12.2007

(24) 10.04.2008

(46) 10.04.2008, Бюл.№ 7, 2008 рік

(72) АВРУТОВА ІРИНА ВАДИМІВНА, UA, БУРАУ  
НАДІЯ ІВАНІВНА, UA, СОПІЛКА ЮРІЙ ВАЛЕРІЙО-  
ВИЧ, UA, ПАВЛОВСЬКИЙ ОЛЕКСІЙ МИХАЙЛО-  
ВИЧ, UA, ЯЦКО ЛАСЛО ЛАСЛОВИЧ, UA

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-  
ТУТ", UA

2

(57) Спосіб визначення частоти обертання обладнання, що включає вимірювання вібросигналів по двох осях, утворення взаємкореляційної функції, час затримки якої перераховується в частоту обертання обладнання, який **відрізняється** тим, що із сигналу частоти обертання виділяють випадкові складові шляхом прямого вейвлет-перетворення, які віднімають від сигналу частоти обертання обладнання.

Корисна модель може використовуватись для визначення частоти обертання різноманітного обладнання, в тому числі того, що обертається на нестационарних режимах (режимах зміни частоти обертання).

Відомий пристрій [1], в якому реалізовано спосіб вимірювання частотних характеристик вала, що обертається. Цей спосіб розрахований на обмежений клас обладнання, що обертається.

Найближчим за своєю сутністю є пристрій для вимірювання частоти обертання вала [2], в якому реалізовано спосіб вимірювання частоти обертання вала: вимірюються за двома осями механічні коливання, які пов'язані з частотою обертання вала та її кратними складовими. Пропорційні їм електричні сигнали після фільтрації використовуються для визначення взаємкореляційної функції, час затримки якої перераховується в частоту обертання вала. Недоліком цього способу є те, що у вимірюваному сигналі буде присутня випадкова складова коливань, яка є похибкою вимірювання частоти обертання і буде спотворювати результати при подальшому використанні вимірюваного значення частоти обертання у системах вібраційного конт-

В основу корисної моделі покладено задачу підвищення точності обчислення частоти обертання різноманітного обладнання, в тому числі й на нестационарних режимах його роботи. Поставлена задача вирішується тим, що в способі визначення частоти обертання обладнання, що включає вимі-

рювання вібросигналів по двом осям, утворення взаємкореляційної функції, час затримки якої перераховують в сигнал частоти обертання обладнання, згідно з корисною моделлю, новим є те, що із сигналу частоти обертання виділяють випадкові складові сигналу шляхом прямого вейвлет-перетворення, які віднімають від сигналу частоти обертання обладнання.

На Фіг.1 представлено схему обробки вимірюваного сигналу частоти обертання. На Фіг.2 приведено приклад обробки вимірюваного сигналу за допомогою вейвлета Добеші на 5 рівнів розкладання. На Фіг.3 зображено вимірюваний сигнал із випадковими складовими та сигнал, очищений від них.

Розглянемо запропонований спосіб докладніше. Вимірюють вібросигнали за допомогою будь-якого вібровимірювального пристрою, наприклад, п'єзоелектричних акселерометрів по осі абсцис і осі ординат. Утворюють взаємкореляційну функцію. Визначають час затримки вимірюваних за допомогою вібровимірювального пристрою по осях абсцис та ординат механічних коливань обладнання, що обертається. Перераховують час затримки в частоту обертання обладнання. Відомо, що на обладнання, що обертається, впливає безліч факторів, таких, як дефекти, несоосність, дебаланси, наводки електричної мережі та багато інших, які призводять до появи випадкових складових в каналі вимірювання частоти обертання. Зміну частоти обертання представимо у вигляді полінома m-го ступеню:

(13) **U**(11) **31598**(19) **UA**

$$\bar{n}_{cm\%}(t) = \sum_{k=1}^m n_k t^k, \quad k = 0 \dots m$$

З урахуванням випадкової складової вимірювальної частоти матиме вигляд

$$\bar{n}_{ст\%}(t) = \bar{n}_{ст\%}(t) + \Delta n_{ст\%}(t).$$

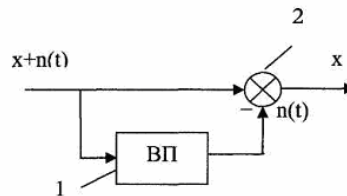
Для очищення від випадкових складових використовуємо вейвлетну фільтрацію. В процесі перетворення відбувається розкладання аналізованого сигналу в ієрархічний набір апроксимацій (наближень), які характеризують повільні зміни сигналу, і деталей, характеризуючих швидкоплинні (високочастотні) складові аналізованого сигналу, тобто аналізований сигнал представляється сумою

$$x(t) = x_{jm}^a(t) + \sum_{j=1}^{jm} x_j^d(t),$$

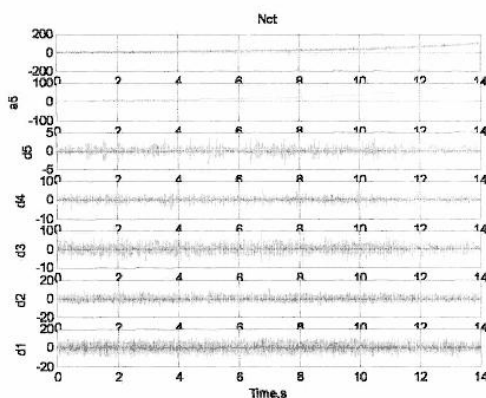
де  $x_{jm}^a(t)$  - апроксимація останнього рівня розкладання;

$x_j^d(t)$  - деталь на  $j$ -тому рівні розкладання. Фундаментальна властивість вейвлет-функції відкриває можливість для розробки методу очищення вимірюваних значень частоти обертання від випадкових складових.

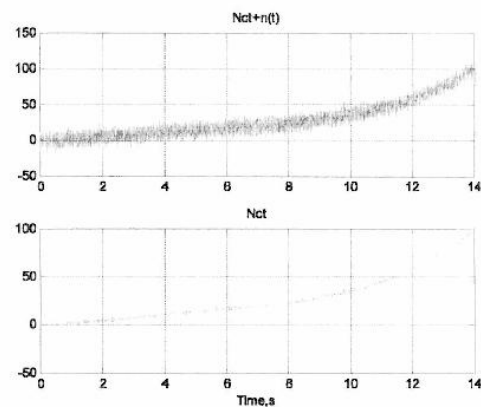
На Фіг.1 шляхом прямого вейвлет-перетворення (ВП) в блоці 1 вихідного сигналу  $x$ ,



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

що містить в собі випадкові складові вимірювань  $n(t)$  з датчика частоти обертання (на Фіг.1 не показано) виділяються випадкові складові вимірювань  $n(t)$ , які віднімаються за допомогою суматора 2 від вимірюваного сигналу частоти обертання, а отриманий результат є точним значенням частоти обертання. На Фіг.2 представлено розкладання вимірюваного сигналу за допомогою вейвлета Добеші на 5 рівнів, причому випадкові складові вимірювань показано графіками  $d_1$ - $d_5$ ,  $a_5$  - апроксимація частоти обертання. На Фіг.3 вгорі показано графік вимірюваного сигналу частоти обертання, що містить випадкові складові, а внизу - графік очищеного від них сигналу, що являє собою точне значення частоти обертання.

Технічним результатом приведенного способу є підвищення точності визначення частоти обертання обладнання, в тому числі й на нестационарних режимах його функціонування.

Література:

1. Пристрій для вимірювання частотних характеристик коливань обертаємого вала, патент UA №1163, G01H11/06.

2. Пристрій для вимірювання частоти обертання вала і діагностування електромеханічних систем, Патент UA №9733, G01P15/09.