



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84322 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
G01M 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

### (54) СПОСІБ ВІБРАЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

1

2

(21) а200610401

(22) 02.10.2006

(24) 10.10.2008

(46) 10.10.2008, Бюл.№ 19, 2008 р.

(72) ТАРТАКОВСЬКИЙ ЕДУАРД ДАВИДОВИЧ, UA,  
БАБАНІН ОЛЕКСАНДР БОРИСОВИЧ, UA, КАГР-  
МАНЯН АРТУР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, МИХАЛ-  
КІВ СЕРГІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA, ХОДАКІВСЬКИЙ  
АНДРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗ-  
НИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, UA

(56) US 6728645 B1, 27.04.2004

RU 2004108229 A, 20.10.2005

JP 2001099757, 13.04.2001

RU 2154813 C1, 20.08.2000

RU 2200942 C2, 20.03.2003

(57)

Спосіб вібраційної діагностики підшипників кочення, який полягає в тому, що реєструють вібраційний сигнал якірного підшипника тягового електричного двигуна віброакселерометром із подальшим перетворенням за допомогою аналого-цифрового перетворювача в цифрову форму та надходженням цифрового сигналу до ПЕОМ, який **відрізняється** тим, що застосовують процедуру реставрації компонентів сигналу за розрахованими по алгоритму вейвлет-перетворення апроксимуючими та деталізованими коефіцієнтами на рівнях розкладання та обчислюють середньоквадратичні відхилення компонентів сигналу із визначенням наявності пошкодження елементів підшипника кочення на підставі аналізу відношення отриманих середньоквадратичних відхилень компонентів сигналу пошкодженого і справного підшипника кочення.

Винахід відноситься до випробування двигунів, зокрема до діагностики моторно-якірних підшипників тягових електричних двигунів рухомого складу залізниць. Винахід використовується для діагностики підшипників кочення та підшипникових вузлів, переважно моторно-якірних підшипників тягових електричних двигунів рухомого складу залізниць і може бути використаний під час технічного обслуговування та ремонту машин, механізмів та транспортних засобів.

Мета винаходу: підвищення ефективності діагностування підшипників кочення шляхом підвищення достовірності виявлення пошкоджень.

Відомий спосіб, який полягає в тому, що визначають амплітудні значення віброприскорення та середні значення віброприскорення, останні порівнюють із діагностичними порогоми [заявка №20011070404 7G01M13/04, 19.03.2001, Яковлев В.Е., Максимов В.П. Спосіб віброакустической діагностики межвальных подшипников качения двухвальных турбомашин и устройство для его реализации].

Недоліком даного способу є: слабкий захист від завад, достовірність методу залежить від місця кріплення датчика, неможливість отримання оцінки стану вузла по одному заміру, не здатний виявля-

ти дефекти, які зароджуються (наприклад, тріщина на зовнішньому кільці).

Другий відомий спосіб полягає в тому, що визначають вібрацію діагностуючого підшипника методом сканування із виділенням із всього сканованого спектру експрес-параметр підшипника, за яким визначають його якість (заявка №2003124988 7G01M13/04, 29.09.2004, Байков А. Е., Дедков Н. В., Люлько В. И., Трутаев В. В. Спосіб діагностики подшипников качения).

Недоліком даного способу є здатність визначити лише поточний стан підшипника без можливості аналізу розвитку дефекту, неможливість ідентифікації дефекту за видом.

Найбільш близьким аналогом способу, що заявляється і обраним в якості прототипу, є [патент №2001131312128, 7G01M13/04, 21.11.2001, Черневский А. В., Варламов Е. Б. Спосіб діагностики подшипников качения].

Цей спосіб полягає у визначенні сигналу вібрації підшипнику під час обертання, перетворенні сигналу у цифрову форму, проведенні швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) і порівнянні отриманого спектру із частотними масками на підставі якого робиться висновок про стан підшипника.

(13) C2

(11) 84322

(19) UA

Загальними суттєвими ознаками відомого способу та способу, що заявляється є реєстрація та подальше перетворення вібраційного сигналу підшипника кочення за допомогою аналого-цифрового перетворювача в цифрову форму.

Недолік даного способу полягає у неефективності використання ШПФ для аналізу нестационарних сигналів із часовим масштабом нестационарності, який набагато менший тривалості реалізації, яка підлягає аналізу.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення діагностики за допомогою застосування алгоритмів аналізу із ковзними вікнами (вейвлетами), що дозволяє істотно збільшити роздільну здатність аналізу вібраційного сигналу у часовій області із збереженням досить високої роздільної здатності в частотній області. Вейвлет-аналіз дозволяє якісно аналізувати нестационарні сигнали із часовим масштабом нестационарності, який набагато менший за тривалість реалізації, яка підлягає аналізу. Основна ідея вейвлет-перетворення сигналів полягає у їх розкладанні за допомогою алгоритму вейвлет-перетворення на дві складові: апроксимуючу (низькочастотну) та деталізовану (високочастотну), із залученням процедури реставрації компонентів сигналу на обраних рівнях розкладання за апроксимуючими та деталізованими коефіцієнтами із подальшим обчисленням та порівнянням статистичних характеристик отриманих компонентів сигналу підшипника із пошкодженими елементами та технічно справного підшипника.

Суть винаходу: підшипник кочення обертають і реєструють його вібраційний сигнал. Заявлений спосіб передбачає проведення процедури реставрації компонентів сигналу за апроксимуючими та деталізованими коефіцієнтами на обраних рівнях розкладання після застосування алгоритму вейвлет-перетворення із подальшим визначенням середньоквадратичних відхилень компонентів сигналу. Наявність пошкоджень встановлюється на підставі аналізу відношення отриманих середньо-

квадратичних відхилень компонентів сигналу пошкодженого підшипника із середньоквадратичними відхиленнями компонентів сигналу справного підшипника.

Винахід відноситься до діагностики підшипників кочення та підшипникових вузлів і може бути використаний під час технічного обслуговування та ремонту машин, механізмів та транспортних засобів.

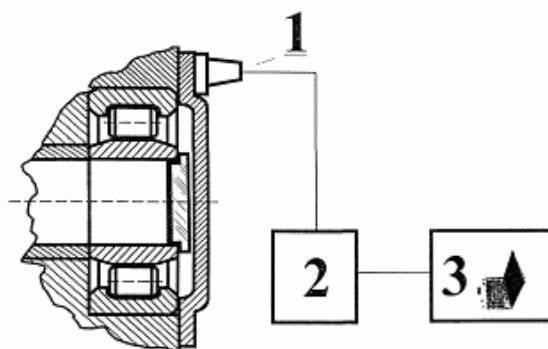
Метою винаходу є підвищення ефективності діагностування підшипників кочення шляхом підвищення достовірності виявлення пошкоджень.

На Фіг.1 зображена функціональна схема пристрою для реалізації способу. Вібраційний сигнал з працюючого підшипника електричної машини надходить до інтегрального віброакселерометру поверхневого типу 1, який за допомогою магніту кріпиться до підшипникового щита. Аналоговий електричний сигнал з віброакселерометру надходить до сигма-дельта аналого-цифрового перетворювача (АЦП) 2, який надсилає цифровий сигнал до ПЕОМ 3.

Розроблений спеціалізований програмно-апаратний комплекс дає змогу здійснювати алгоритм вейвлет-перетворення досліджуваного сигналу, проводити процедуру реставрації компонентів сигналу за розрахованими апроксимуючими та деталізованими коефіцієнтами на рівнях розкладання, визначати середньоквадратичні відхилення компонентів сигналу.

Встановлено, що значення середньоквадратичних відхилень відновлених компонентів сигналу на рівнях розкладання підшипника із тріщиною на зовнішньому кільці та справного підшипника відрізняються майже в 2 рази. Тому вони несуть в собі діагностичну значимість.

Технічним результатом є підвищення ефективності діагностування підшипників кочення шляхом збільшення достовірності виявлення пошкоджень за рахунок використання процедури більш якісної обробки вібраційних сигналів.



Фіг.1