

УДК 621.314: 621.391

## ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОЦІНОК ДІАГНОСТИЧНИХ ОЗНАК ПРИ СПЕКТРАЛЬНІЙ ОБРОБЦІ ВІБРАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

Ю.І.Гижко, М.В.Мислович, докт.техн.наук, Р.М.Сисак, канд.техн.наук  
 Інститут електродинаміки НАН України,  
 пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна.

*Розроблено програмне забезпечення для спектрального аналізу діагностичних сигналів з покращеними показниками точності і достовірності за рахунок застосування спектральних згладжуючих вікон. За допомогою імітаційного моделювання досліджено вплив форми та параметрів спектральних згладжуючих вікон на точність оцінок спектральних діагностичних ознак. Для цього здійснювалося моделювання реалізацій вібраційних сигналів з відомими спектральними характеристиками, після чого проводився статистичний спектральний аналіз цих реалізацій зі згладжуванням за допомогою різних типів спектральних вікон. Відзначено вплив параметрів спектральних вікон на точнісні характеристики результатів спектрального аналізу досліджуваних сигналів. Бібл. 5.*

**Ключові слова:** вібраційна діагностика, статистичні методи, електричні машини, інформаційно-вимірювальні системи.

**Вступ.** Вібродіагностика має важливе значення для підвищення надійності та подовження технічного ресурсу обертових електричних машин та іншого електротехнічного обладнання. В роботах [2–5] розглянуто етапи побудови інформаційно-вимірювальної системи (ІВС) вібродіагностики, послідовність роботи такої системи та особливості спектрально-кореляційного аналізу вібраційних сигналів за допомогою створеного пакету прикладних програм.

**Постановка задачі та мета роботи.** Головною метою даної роботи є дослідження впливу параметрів спектрального аналізу з використанням спектральних вікон на точність оцінювання діагностичних ознак при обробці вимірюваних вібраційних сигналів.

**Дослідження параметрів, що впливають на точність оцінки діагностичних ознак.** Для отримання експериментальних даних, які аналізувалися, застосовувався лабораторний зразок ІВС діагностики рухомих частин енергетичних машин, що передбачає застосування радіоканалу стандарту Bluetooth.

Як експериментальний матеріал використовували вібраційні сигнали, що вимірювалися на вузлах електричної машини постійного струму типу П-51 при розташуванні блоку сенсорів на валу біля стійки з підшипників ковзання [1].

У результаті вимірювання за допомогою цифрової ІВС вібраційного сигналу з блоку сенсорів отримано реалізацію вимірюваного процесу у вигляді ряду послідовних упорядкованих у часі відліків.

За допомогою пакету прикладних програм, що є складовою частиною ІВС вібродіагностики, та у відповідності до Міжнародних стандартів та стандартів України, які регламентують використання спектрального та гістограмного аналізу при обробці вібраційних процесів, було проведено статистичний спектральний аналіз досліджуваного сигналу з застосуванням спектральних вікон. Основне призначення цих вікон – отримання згладжених спектральних оцінок реалізацій вібрацій з мінімальною дисперсією.

Для перевірки впливу параметрів згладжування на точність оцінки діагностичних сигналів був модифікований блок пакету прикладних програм ІВС вібродіагностики таким чином, щоб була можливість зміни характеристик спектрального вікна.

У дослідженнях використовувалися три основні види спектральних вікон:

вікно Бартлетта

вікно Тьюки

вікно Парзена

$$V(s) = \begin{cases} 1 - |s|/I, & s \leq I, \\ 0, & s > I; \end{cases} \quad V(s) = \begin{cases} 0,5(1 + \cos(\pi s/I)), & s \leq I, \\ 0, & s > I; \end{cases} \quad V(s) = \begin{cases} 1 - 6(s/I)^2 + 6(|s|/I)^3, & s \leq I/2, \\ 2(1 - |s|/I)^3, & I/2 < s \leq I, \\ 0, & s > I; \end{cases} \quad (1)$$

Вибираючи  $M$  – довжину відрізка розбиття – можна регулювати ширину спектрального вікна. Якщо вибрати  $M$  невеликим, то можна отримати малу дисперсію спектральної оцінки. У свою чергу, малі значення  $M$  відповідають більшим значенням ширини спектрального вікна. Але, якщо ширина вікна велика, то виконується згладжування на більшому діапазоні частот, тобто відгук на одиничний імпульс  $W(f)$  дуже широкий, що може призвести до більшого зміщення оцінки.

**Висновок.** Досягаючи гарних результатів в одних характеристиках, ми отримали погіршення інших характеристик, тому приходимо до необхідності компромісу отримання прийнятних значень як зміщення, так і дисперсії шляхом досягнення не найкращих, але прийнятних значень вказаних параметрів.

1. Gyzhko Yu. Usage of vibrations for diagnostics of moving parts of electrical machines // Acta Technica. 55 – 2010. – №4. – Pp. 419–430.
2. Гижко Ю.І. Спектральний аналіз вібрацій рухомих частин електричних машин // Технічна електродинаміка. – 2011. – № 4. – С. 46–49.
3. Гижко Ю.І., Мислович М.В. Деякі питання практичної реалізації та застосування інформаційно-вимірювальних систем діагностики обертових частин роторних енергетичних машин // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск. "Проблеми сучасної електротехніки". – 2008. – Ч. 4. – С. 53–58.
4. Гижко Ю.І., Мислович М.В. Особливості побудови інформаційно-вимірювальних систем діагностики рухомих частин електротехнічного обладнання // Праці інституту електродинаміки Національної академії наук України. – 2007. – №2(17) – С. 107–115.
5. Марченко Б.Г., Мислович М.В. Вибродиагностика подшипниковых узлов электрических машин. – К.: Наукова думка, 1992. – 195 с.

УДК 621.314: 621.391

**Вопросы повышения точности оценки диагностических признаков при спектральной обработке вибрационных сигналов**

**Ю.И.Гижко, М.В.Мислович, докт.техн.наук, Р.М.Сысак, канд.техн.наук**

**Институт электродинамики НАН Украины, пр. Победы, 56, Киев-57, 03680, Украина.**

*Разработано программное обеспечение для спектрального анализа диагностических сигналов с улучшенными показателями точности и достоверности за счет применения спектральных сглаживающих окон. С помощью имитационного моделирования исследовано влияние формы и параметров спектральных сглаживающих окон на точность оценок спектральных диагностических признаков. Для этого производилось моделирование реализаций вибрационных сигналов с известными спектральными характеристиками, после чего проводился спектральный анализ этих реализаций со сглаживанием с помощью различных типов спектральных окон. Отмечено влияние параметров спектральных окон на точностные характеристики результатов спектрального анализа исследуемых сигналов. Библ. 5.*

**Ключевые слова:** вибрационная диагностика, статистические методы, электрические машины, информационно-измерительные системы.

**Issues of improving of the accuracy of diagnostic parameters estimations in the spectral processing of vibration signals**

**Yu.I.Gyzhko, M.V.Myslovych, R.M.Sysak**

**Institute of Electrodynamics National Academy of Science of Ukraine, Peremogy, 56, Kyiv-57, 03680, Ukraine.**

*The software was developed for spectral analysis of diagnostic signals with improved characteristics of accuracy and reliability due to application of spectral windows. With usage of computer simulation, the influence of shape and parameters of spectral windows on the accuracy of estimations of spectral diagnostic parameters was investigated. For this, the simulation of vibration signals realization with defined spectral parameters was performed, after which the statistical spectral analysis of these realizations was performed with smoothing with usage of different types of spectral windows. The influence of parameters of spectral windows on the accuracy characteristics of the spectral analysis of investigated signals was noticed. References 5.*

**Keywords:** vibration diagnostics, statistical methods, electrical machinery, information-measuring systems.

1. Gyzhko Yu. Usage of vibrations for diagnostics of moving parts of electrical machines // Acta Technica. 55 – 2010. – №4. – Pp. 419–430.
2. Gyzhko Yu.I. Spectral analysis results of vibrations moving parts of electric machines // Tekhnichna elektrodynamika. – 2011. – № 4. – Pp. 46–49. (Ukr.)
3. Gyzhko Yu.I., Myslovych M.V. Some questions of practical implementation and application of information-measuring systems for diagnosis of rotating parts of the rotary power machines // Tekhnichna elektrodynamika. Tematychnyi vypusk "Problemy Suchasnoi elektrotekhniki". – 2008. – Vol. 4. – Pp. 53–58 (Ukr.)
4. Gyzhko Yu.I., Myslovych M.V. Features of construction of information-measuring systems diagnostics of moving parts of electrical equipment // Pratsi Instytutu elektrodynamiky Natsionalnoi Akademii Nauk Ukrainy. – 2007. – № 2(17). – Pp. 107–115. (Ukr.)
5. Marchenko B.H., Myslovych M.V. Vibrodiaгностика bearing units of electric machines. – Kyiv: Naukova dumka, 1992. – 195 p. (Rus.)

Received 10.01.2012  
Надійшла 10.01.2012