

УДК 621.314:621.393.66

Р. Юзефович<sup>1,2</sup>, д.т.н., доц., О. Личак<sup>1</sup>, к.т.н., ст. досл., І. Яворський<sup>1,3</sup>, д.ф.-м.н., проф., І. Стецько<sup>1</sup>, гол. констр., І. Стецько<sup>1</sup>, інж. 1 кат.

<sup>1</sup> Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, Львів, Україна

<sup>2</sup> Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

<sup>3</sup> Бидгощська політехніка, Бидгощ, Польща

## ДІАГНОСТУВАННЯ МЕХАНІЗМІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВІБРАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

R. Yuzefovych<sup>1,2</sup>, Dr.Sci., Assoc. Prof., O. Lychak<sup>1</sup>, Ph.D., Senior Researcher,  
I. Javorskyj<sup>1,3</sup>, Dr.Sci., Prof., I. Stetsko<sup>1</sup>, chief designer, I. Stetsko<sup>1</sup>, eng. first category

<sup>1</sup> Karpenko Physico-Mechanical Institute of NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine,

<sup>2</sup> Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine,

<sup>3</sup> UTP University of Sciences and Technology, Bydgoszcz, Poland

## DIAGNOSTICS OF MECHANISMS BASED ON THE ANALYSIS OF VIBRATION SIGNALS

**Abstract.** It is shown that the acquisition and analysis of vibration signals is of a big importance in the modern diagnosis of mechanisms, structures and even practical human activities. The development and implementation of vibration signal acquisition and processing tools is based on signal models and methods of their processing. The parameters of the vibration signals, as well as the mechanism status indicators, make it possible to carry out effective diagnostics.

Необхідність точного виміру і аналізу механічних коливань виникла з перших кроків розробки та конструювання машин та механізмів. За останні 15-20 років відбувся швидкий розвиток техніки вимірювання і аналізу механічних коливань (віброметрія) для дослідження і випробування нових, швидкодіючих та потужних машин і обладнання. Використання п'єзоелектричних акселерометрів, що перетворюють механічні коливання в електричні сигнали, відкрило нові можливості для точного вимірювання та аналізу механічних коливань електронними вимірювальними приладами. Уникнути механічних коливань при роботі механізму практично неможливо, оскільки вони зумовлені динамічними явищами, що супроводжують допуски, зазори та поверхневі контакти окремих деталей машин і механізмів та силами, що виникають при обертовому та обертово-поступальному русі усіх неврівноважених елементів деталей та вузлів.

Вібрації, що зустрічаються на практиці, в основному є складними механічними коливаннями з багатьма складовими на різних частотах. Окремі складові складних механічних коливань можна виокремити шляхом дослідження залежностей їх амплітуд від частоти [1].

Для кількісної оцінки величин механічних коливань використовують розмах сигналу, пікове значення, середнє чи середньоквадратичне значення вібраційного сигналу. Середньоквадратичне значення вібрацій, зокрема, безпосередньо відображає величину пов'язану з енергією, а значить, з руйнівною здатністю цих механічних коливань. Амплітуда вібропереміщення, віброшвидкість та віброприскорення коливань синусоїдальної форми взаємопов'язані математичними функціями частоти та часу. Нехтуючи фазовими співвідношеннями, віброшвидкість механічних коливань можна визначити шляхом ділення їх віброприскорення на коефіцієнт пропорційний частоті, а вібропереміщення можна отримати шляхом ділення віброприскорення на коефіцієнт

пропорційний квадрату частоти. Описані операції виконуються автоматично електронними інтеграторами.

До переваги приладів, що працюють в лабораторних умовах, слід віднести високу точність вимірювання, надійність та універсальність, особливо коли це стосується детального аналізу і повної обробки даних. Як правило, вібровимірювальна система має у своєму складі акселерометр, перетворювач заряду та вимірювальний підсилювач з можливістю підключення стаціонарних і зовнішніх фільтрів, а також перетворювачів вібраційного сигналу в цифрову форму та запис на постійний носій персонального комп'ютера.

Практикою підтверджено, що середньоквадратичне значення віброшвидкості в діапазоні частот від 10 Гц до 1000 Гц найбільш повно відображає силу і небезпечність механічних коливань. При вимірюванні віброприскорення увага приділяється високочастотним складовим досліджуваного процесу. До характерних особливостей механічних систем можна віднести явище повільної зміни в сторону наростання сигналу вібропереміщення, оскільки основні його складові як правило знаходяться в області низьких частот. Тому вимірювання та аналіз вібропереміщень не є задачами першочергової ваги при загальному дослідженні механічних коливань механізмів. Однак, вібропереміщення часто служить параметром при балансуванні деталей та елементів вузлів що обертаються, зважаючи на те, що найбільше вібропереміщення спостерігається на частоті обертання. Акселерометри є високоімпедансними вібродавачами, тому наводки і шум з'єднувальних кабелів, що використовуються разом із ними, можуть бути серйозною проблемою. Не зайвим буде звернути увагу на правильне встановлення акселерометра і його деформації, пов'язані з цим процесом, а також підвищену вологість зовнішнього середовища. Найбільш досконалими, особливо з точки зору швидкості реєстрації та обробки даних, зручної експлуатації і великої кількості діагностичних даних є вібродіагностичні системи, що працюють в реальному масштабі часу. Вони забезпечують одночасний відбір необхідної кількості каналів відбору інформації з достатньою кількістю частотних смуг і видачу результатів на екран монітора персонального комп'ютера з можливістю подальшої обробки та архівування.

Широкосмугові вібродіагностичні вимірювання надають важливу інформацію, яку використовують для швидкої оцінки (експрес-аналізу) досліджуваного механізму та оцінки в цілому вібраційного стану машини чи окремих її вузлів. Результати вимірювань, як правило, порівнюються із стандартами та рекомендаціями що стосуються оцінки механічних коливань з обертовим чи обертово-поступальним рухом такими як ISO 2372, ISO2373, ДСТУ ISO 10816-1:2007 [2].

#### **Література.**

1. Яворський І. М. Математичні моделі та аналіз стохастичних коливань. – Львів : Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України. – 802 с.
2. ДСТУ 10816-1:2007 Вібрація. Контроль стану машин за наслідками вимірювань вібрації на частинах, що не обертаються. Частина 1. Загальні вимоги.