

ВІБРАЦІЙНА ДІАГНОСТИКА ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ МАШИН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто роль вібраційної діагностики як ефективного інструменту підвищення надійності машин. Проаналізовано методи аналізу вібрацій, сучасні тенденції розвитку технологій контролю, а також доведено практичну ефективність впровадження вібромоніторингу для своєчасного виявлення дефектів та продовження ресурсу техніки.

Ключові слова вібраційна діагностика, надійність машин, спектральний аналіз, технічне обслуговування, вібромоніторинг.

Вступ

Надійність машин є критичним фактором у промисловості, а понад 60% відмов пов'язані з надмірними вібраціями. Це робить вібраційну діагностику важливим інструментом для раннього виявлення несправностей і забезпечення безпечної експлуатації. У сучасних умовах автоматизації виникає потреба у точному моніторингу технічного стану. Традиційні методи не завжди дозволяють виявити початкові стадії дефектів, на відміну від вібраційної діагностики, яка працює динамічно.

Результати дослідження

Розглянемо деякі приклади застосування вібраційної діагностики. Дослідження складних збірних систем на резонанс є критичним етапом у забезпеченні надійності машин і конструкцій. У сучасній інженерній практиці для виявлення резонансних частот використовують модальний аналіз рис. 1, частотний спектральний аналіз рис. 2, вібраційні випробування та комп'ютерне моделювання.

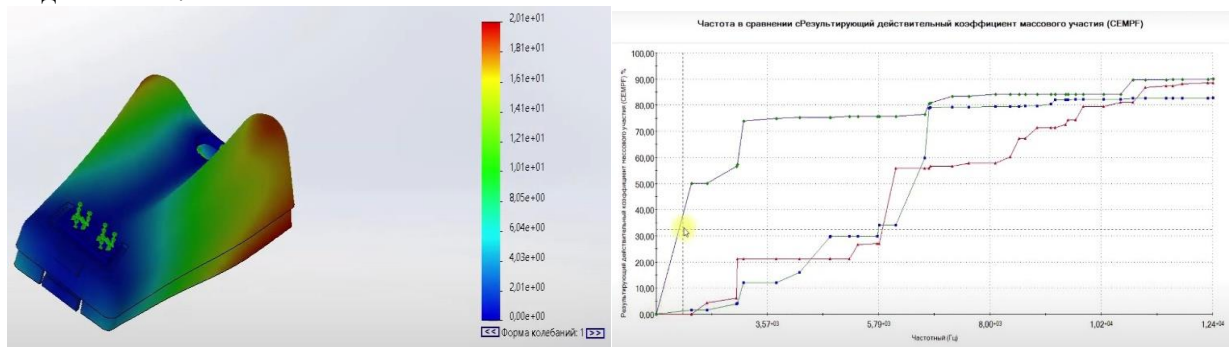


Рисунок 1 – Модальний аналіз CEMPF (Component Effective Modal Participation Factor).

Для спектрального аналізу вібраційний сигнал можна описати двома способами — у часовій та частотній областях. Вимірювання в певному частотному діапазоні дозволяє раніше виявити несправності, ніж аналіз загального рівня вібрації. Для спектрального аналізу використовують послідовні фільтри, зсувні смугові фільтри або застосовують перетворення Фур'є.

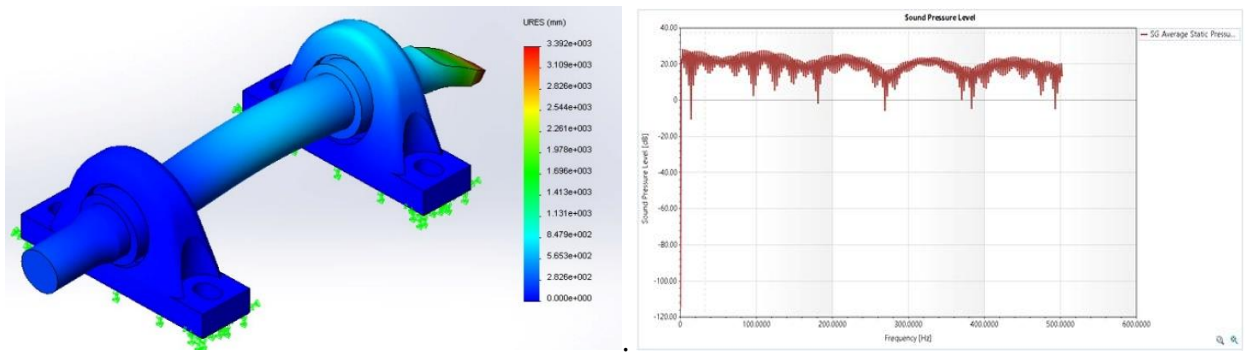


Рисунок 2 – Спектральний аналіз FFT (Fast Fourier Transform).

Аналіз здійснюється в частотних діапазонах двох типів: з постійною відносною шириною смуги (ПОШП), де ширина смуги є сталою на логарифмічній шкалі (наприклад, октавна або її частина), та з постійною абсолютною шириною смуги (ПАШП), при цьому використовуються смуги шириною 0,25; 0,75; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5 і 25,0 Гц.

Задачі спектрального аналізу можуть бути розв'язані за допомогою швидкого перетворення Фур'є (ШПФ), яке дає змогу визначити внесок окремих гармонік у загальний спектр вібраційного сигналу. Сигнал вібрації, заданий у часовій області як функція амплітуди — $x(t)$, може бути представлений у частотній області у вигляді спектрального розкладу $x(\omega)$:

$$x(\omega) = a_0/2 + a_1 \cos(\omega t) + a_2 \cos(2\omega t) + \dots + a_n \cos(n\omega t) + \dots + b_1 \sin(\omega t) + b_2 \sin(2\omega t) + \dots + b_n \sin(n\omega t)$$

Частотну структуру сигналів визначають шляхом обчислення оцінок спектральної щільності потужності (СЩП). Основними завданнями такого аналізу є виявлення гармонійних компонент у досліджуваному сигналі та оцінювання їх характеристик.

Висновки

Вібраційна діагностика — це потужний інструмент сучасного технічного обслуговування, який дозволяє виявляти приховані дефекти на ранніх стадіях. Завдяки аналізу вібрацій можна точно визначити такі проблеми, як дисбаланс, знос підшипників, тріщини вала, резонансні явища, неефективну роботу демпфуючих механізмів та розцентрування. Це стосується як окремих обертових вузлів, так і складних збірних систем. Завчасне виявлення несправностей допомагає уникнути аварій, мінімізувати простої, зменшити витрати на ремонт і підвищити загальну надійність обладнання. В результаті підприємство отримує стабільну роботу техніки, економію ресурсів та безпечні умови експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вібраційна діагностика машин, проектування, виготовлення, експлуатація: монографія / В. Д. Мигаль, Щ. В. Аргун – Харків : Мачулін, 2024, – 441 с.
2. Вібраційна діагностика технічного стану редукторів верстатів-гойдалок / Б. В. Копей, Л. М. Заміховський, О. В. Євчук [та ін.] // Нафтогазова енергетика. - 2008. - № 1. - С. 60-64.
3. ДСТУ EN 12096:2005. Вібрація. Вимоги до контролю технічного стану машин.
4. <https://www.javelin-tech.com/blog/2023/06/defining-fft-plot-in-solidworks-flow-simulation/>

Кудраш Віталій Олександрович — асистент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: lisovoy844@gmail.com.

Піпа Ярослав Андрійович — студент групи ІГМ-236, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: varipipa@gmail.com

VIBRATION DIAGNOSTICS AS A TOOL FOR INCREASING MACHINE RELIABILITY

Abstract

The role of vibration diagnostics as an effective tool for increasing machine reliability is examined. Methods of vibration analysis, current trends in control technology development, and the proven practical effectiveness of implementing vibration monitoring for timely defect detection and extending equipment lifespan are analyzed.

Key words: *vibration diagnostics, machine reliability, spectral analysis, maintenance, vibration monitoring.*

Kudrash Vitaly Oleksandrovych - assistant of the Department of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: lisovoy844@gmail.com.

Pipa Yaroslav Andriyovych – student of group 1ГМ-236, Department of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yaripipa@gmail.com