

УДК 681.518.4

Программный комплекс для диагностики технического состояния
подшипников качения опорных узлов горной машины

Мокрушев А.А., аспирант гр. МС-2016, III курс

(Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН,
г. Кемерово)

(Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.
Горбачева, г. Кемерово)

Научный руководитель: Герике Б.Л., д.т.н., профессор

(Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН,
г. Кемерово)

(Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.
Горбачева, г. Кемерово)

Идея работы заключается в получении информации о структуре и параметрах случайных процессов вибрации на основе их частотно – временном представлении.

Задачи исследования:

- 1) Адаптировать метод вейвлет-преобразования для анализа импульсных составляющих процессов вибрации.
- 2) Разработать метод позволяющий разделить импульсные и гармонические компоненты, проверить его работу на реальных сигналах.
- 3) Разработка программного комплекса на основе вейвлет-преобразования для оценки технического состояния подшипникового узла горной машины.

Высокая информативность и относительная простота измерения параметров вибрации определили широкое распространение методов вибродиагностики в машиностроении [1].

Одной из основных характеристик технического состояния динамического оборудования и смежных конструкций является интенсивность и структура вибрационных процессов. Функциональные особенности приводов горных машин создают условия для развития локальных дефектов, порождающие импульсные процессы во взаимодействиях кинематических пар узлов и деталей.

Существуют следующие виды повреждений подшипников – первичные и вторичные [2, 3].

Практические дефекты создают серии импульсов, которые имеют малоамплитудный широкополосный спектр и зачастую принимаются за шум. Известно, что подобные дефекты развиваются лавинообразно и приводят к непредвиденным остановкам оборудования, поэтому их диагностика требует получения информации о дефекте на ранних этапах его развития[2].

Существующие способы диагностики состояния подшипников качения в основном базируются на анализе Фурье-спектра, такой подход достаточно эффективен, т.к. спектр, представляя усредненные за период частотные характеристики.

Наиболее эффективен метод прямого спектра, метод базируется на анализе спектра вибрации – выявлении периодичности (частоты) появления амплитудных всплесков (Рис.1) и по частотному составу спектра можно идентифицировать возникновение и развитие дефектов подшипника.

Достоинства метода:

- Высокая помехозащищённость.
- Возможна оценка состояния элементов подшипника, поскольку они генерируют разные частотные ряды в спектре.

Недостатки метода:

- Метод малочувствителен к зарождающимся и слабым дефектам.

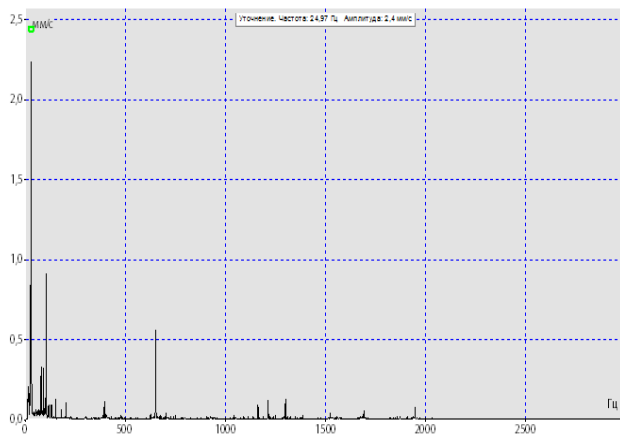


Рисунок 1. Спектр вибрационного сигнала

Параметры ударных импульсов определяются степенью развития и локализации дефекта поэтому, могут служить его достоверными диагностическими признаками [3,4].

В 70-х годах 20-го века появились, так называемые, вейвлет-методы (методы всплесков) [4].

На вейвлет-функцию накладываются два ограничения:

- она должна быть достаточно локализована (обращаться в ноль при удалении от начала координат);
- интеграл от функции на $(-\infty; +\infty)$ должен быть равен нулю [5,6].

Само вейвлет - преобразование выглядит следующим образом

$$W_{\Psi} f(a,b) = \frac{1}{\sqrt{C_{\Psi}}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{|a|}} \Psi \left(\frac{b-x}{a} \right) f(x) dx. \quad (1)$$

где Ψ – вейвлет функция, a – масштаб, b – сдвиг.

Нормирующий коэффициент равен

$$C_{\Psi} = 2\pi \int_{-\infty}^{\infty} \frac{|\Psi(\omega)|^2}{|\omega|} d\omega < \infty, \quad (2)$$

где $\Psi(\omega)$ – Фурье образ вейвлета Ψ .

По своей сути вейвлет-преобразование представляет собой представление сигнала в виде одинаковых по форме коротких «всплесков», которые можно сдвигать и растягивать по временной оси. В этом и заключается принципиальное отличие от бесконечных волн преобразования Фурье [2,3].

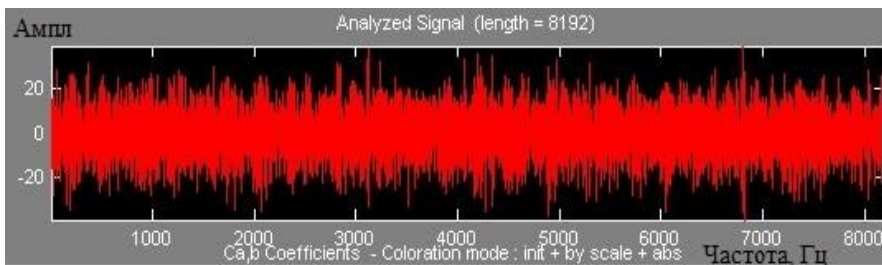


Рисунок 2. Вейвлет - преобразование Морле спектра вибросигнала

Следовательно, актуальна задача разработки программного комплекса для оценки технического состояния подшипниковых узлов, на базе метода прямого спектра и вейвлет-преобразования при диагностике состояния подшипников качения узла горной машины.

Для работы с программным комплексом необходимо ввести исходные значения, параметры подшипника. Далее можно производить вычисление.

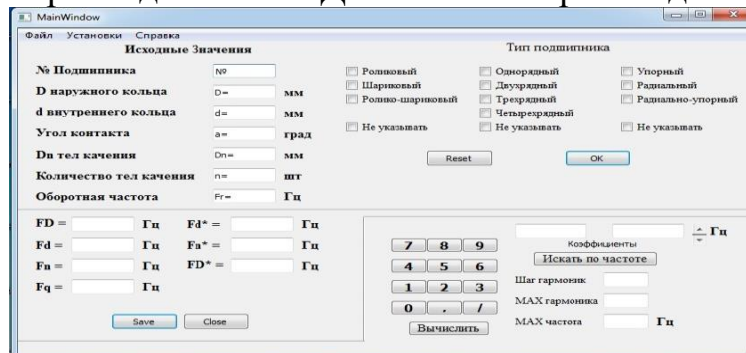


Рисунок 3. Интерфейс программы.

С использованием программного комплекса, появляется возможность в достаточной мере точно оценить исследуемую неисправность подшипникового узла, спрогнозировать остаточный ресурс узла или агрегата, предупреждение возникновения аварийных отказов.

Список литературы

1. Интеллектуальное обслуживание редукторов горных машин/ Герике Б.Л., Клишин В.И., Герике П.Б., Мокрушев А.А.// Статья Journal Of Maning and Geotechnical Engineering. 2018. NO.1.
2. Герике Б.Л., Хорешок А.А., Дрозденко Ю.В. Обеспечение качества выпускаемой продукции заводов горного машиностроения.// Вестник КузГТУ. № 5, 2016. – С. 33 – 40.
3. Диагностика неполадок подшипников./ NSK Motion & Control, 2009. – 42 p.
4. Kelly, S. Graham. Advanced vibration analysis. 2013. – 637 p. — (Dekker mechanical engineering).
5. C. Wen, L. Dong, X. Jin, "Feature Extraction of Bearing Vibration Signals Using Second Generation Wavelet and Spline-Based Local Mean Decomposition", Journal of Shanghai Jiaotong University (Science), vol. 20, no. 1, pp. 56-60, (2015).
6. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения. // Успехи физических наук, 1996, т.166, № 11. – С. 1145-1170.
7. Витязев В.В. Вейвлет-анализ временных рядов: Учеб. пособие. - СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2001. – 58 с.
8. Распознавание дефектов подшипников качения в редукторах горных машин по параметрам вибрационного сигнала./Б.Л. Герике, Ю.В. Дрозденко, П.Б. Герике, Е.Г. Кузин, А.А. Мокрушев//Горное оборудование и электромеханика. № 5, 2017. – С. 43 – 48.