

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ
ВИБРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

П. Ю. БРАНЦЕВИЧ

УО «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

Минск, Беларусь

Современные штатные системы вибрационного контроля по своей сути являются измерительно-вычислительными комплексами. Их функциональные возможности позволяют: определять интенсивность вибрации в стандартизованных или задаваемых частотных диапазонах, частоту вращения вала, значения амплитудных и фазовых параметров, по крайней мере, до десяти спектральных составляющих вибрации, кратных частоте вращения; решать задачи сравнения реально полученных значений с контрольными (величина которых может изменяться от точки к точке и с течением времени) и вырабатывать сигналы (сообщения), выдаваемые на исполнительные и отображающие устройства; осуществлять сохранение получаемых разнообразных данных в специально структурированных файлах; решать задачи защитного отключения; поддерживать сетевое взаимодействие по данным с другими системами или работать в качестве базовой первичной станции в многоуровневых системах поддержки принятия решений и управления технологическими процессами [1].

Важную информацию об изменении технического состоянии механизма можно получить путем сравнительного анализа вибрационных характеристик, получаемых с помощью систем виброконтроля, при пусках или остановках турбоагрегата. Вибрационная амплитудная характеристика выбега (пуска) представляет собой зависимость изменения размаха виброколебаний в точке контроля от частоты вращения вала (рис. 1).

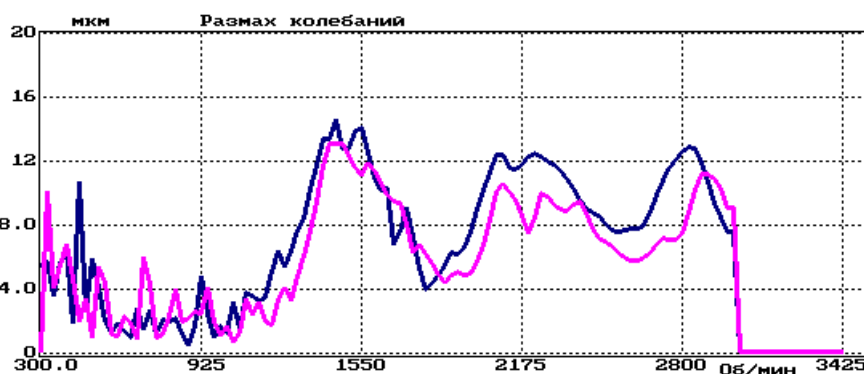


Рис. 1. Пример вибрационных амплитудных характеристик выбега

При сравнении характеристик (функций) выбега следует учитывать их соотношения по амплитуде и по форме, причем одна из функций принимается за базовую, а вторая – за сравниваемую.

Выводы о подобии характеристик принимаются на основе решающей функций, которые имеет следующий вид:

$$FR(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq X_1; \\ 0.25, & \text{если } X_1 < x \leq X_2; \\ 0.5, & \text{если } X_2 < x \leq X_3; \\ 0.75, & \text{если } X_3 < x \leq X_4; \\ 1, & \text{если } X_4 < x, \end{cases} \quad (1)$$

где x – параметр, относительно которого определяется значение решающей функции; X_j – значения пороговых уровней, причем $X_1 < X_2 < X_3 < X_4$. Их количественные значения выбираются на основе экспертных оценок и накапливаемых экспериментальных данных.

В качестве обобщающего, при сопоставлении характеристик выбега, предлагается параметр, вычисляемый в соответствии с выражением:

$$r = \frac{d(V_i, V_j)}{A_{прив, i}},$$

где $d(V_i, V_j)$ – расстояние по Манхеттену между двумя функциями, базовой (V_i) и текущей (V_j), представленными векторами (массивами) значений, приведенное к одному отсчету и вычисляемое как [2]

$$d(V_i, V_j) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N |v_{i,k} - v_{j,k}|;$$

$A_{прив, i}$ – приведенная амплитуда базовой функции:

$$A_{прив, i} = POST_i + \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (v_{i,k} - POST_i)^2},$$

где $POST_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N v_{i,k}$.

Очевидно, что параметр r может принимать только положительные значения и показывает как по амплитуде относительно удалена текущая характеристика в сравнении с приведенной амплитудой базовой характеристики.

Применение решающей функции (1) к параметру r позволяет сделать смысловые выводы о степени подобия сравниваемых характеристик. Если $FR(r) < 0.25$, то следует вывод "очень похожи", если $0.25 \leq FR(r) < 0.5$, то – "похожи, но есть и отличия", если $0.5 \leq FR(r) < 0.75$, то – "существенно отличаются", если $0.75 \leq FR(r) < 1$, то – "сильно отличаются", если $1 \leq FR(r)$, то – "совершенно не похожи".

В качестве примера на рис. 2 представлены характеристики с большими отличиями.



Рис. 2. Вибрационные характеристики выбега с большими отличиями

Обнаружение при автоматизированном сопоставительном анализе существенных отличий в сравниваемых характеристиках является основанием для выяснения причин такого изменения.

Следует отметить, что получить хорошие, с практической точки зрения результаты, используя рассмотренные подходы, можно только при обоснованном выборе пороговых уровней для решающих функций по отдельным параметрам, а также весовых коэффициентов при вычислении обобщающих решающих функций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Компьютерные вибродиагностические системы / П. Ю. Бранцевич [др.] // Междунар. науч.-техн. конф., приуроченная к 50-летию МРТИ–БГУИР: материалы междунар. науч.-техн. конф. – Минск : БГУИР, 2014. – Ч. 1. – С. 430–431.
2. **Фор, А.** Восприятие и распознавание образов / А. Фор. – М. : Машиностроение, 1989. – 272 с.

E-mail: branc@bsuir.edu.by