



О.В. Пономарева, В.Д. Ходырев, А.В.Шагбедов

ПРОБЛЕМЫ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

(Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова)

Станкостроительная промышленность на современном этапе играет важную роль в решении стратегической задачи: технологической модернизации производства, развитии отечественного производства наукоемкого металлообрабатывающего оборудования повышения его конкурентоспособности. В решении этой важной и актуальной задачи первостепенное значение приобретают методы, алгоритмы и средства технического диагностирования механообрабатывающего оборудования (далее объектов).

Виброакустическое функциональное диагностирование (ВФДО) в сравнении с другими видами технического диагностирования, обладает целым рядом преимуществ, основные из которых следующие [1, 2]:

1. ВФДО является «безразборным», т.е. определение технического состояния диагностируемой механической системы проводится без нарушения ее работоспособности и, главное, может осуществляться непосредственно в процессе функционирования объекта;
2. ВФДО позволяет выявлять дефекты изготовления, сборки и монтажа, балансировки механических систем, которые проявляются только в условиях функционирования объектов и не выявляются другими методами технической диагностики.
3. Применение ВФДО является эффективным на всех этапах жизненного цикла вновь создаваемых образцов машин и оборудования:
 - на этапе разработки данный вид диагностирования позволяет выявлять несовершенства конструкции и «узкие места» в технологическом процессе;
 - на этапе производства позволяет эффективно определять скрытые дефекты, устранение которых носит направленный характер, что значительно сокращает затраты средств, труда и времени;
 - на этапе эксплуатации объектов при их техническом обслуживании дает возможность перейти от стратегии **«планово-предупредительных ремонтов»** к так стратегии **«ремонтов по состоянию»**, что по эффективности эквивалентно (30 – 50) % стоимости диагностируемого оборудования.

Однако, несмотря на столь явные преимущества данного вида технического диагностирования, внедрение систем ВФДО (СВФДО), обладающих широкими функциональными возможностями, непосредственно в условиях производства диагностируемых объектов, является скорее исключением, чем правилом [2].



Анализ современного состояния развития СВФДО (как у нас в стране, так и за рубежом) выявил следующую ярко выраженную тенденцию - *формальное заимствование методов и алгоритмов обработки сигналов из других областей научных исследований без анализа специфики виброакустического функционального диагностирования в конкретной предметной области.*

Такой подход, наряду с преимуществами (например, возможностью применения уже разработанного программного обеспечения процедур обработки информации), обладает и существенными недостатками: завышенными требованиями к средствам вычислительной техники, не учитываются в полной мере специфика конкретной предметной области, что не позволяет осуществить построение эффективного признакового пространства, а, следовательно, и алфавита классов состояний диагностируемого объекта, что снижает эффективность и надежность диагностирования объектов.

Современные СВФДО являются сложными техническими системами, которые содержат в своем составе подсистемы, функциональные блоки и элементы, отличающиеся по структуре, свойствам, характеру связей и параметрам. Для исследования систем такого класса необходимо построить некоторую обобщенную модель системы функционального диагностирования объектов [2].

Функциональное описание системы S_ϕ в рамках системного подхода характеризуется тройкой конечных множеств отражающих функции Φ , операторы преобразования R и иерархию G :

$$S_\phi = \{\Phi, R, G\}. \quad (1)$$

Основой функционального описания СВФДО является описание ее работы (функционирования), которое проведем в виде обобщенной функционально-структурной схемы приведено на рисунке 1.

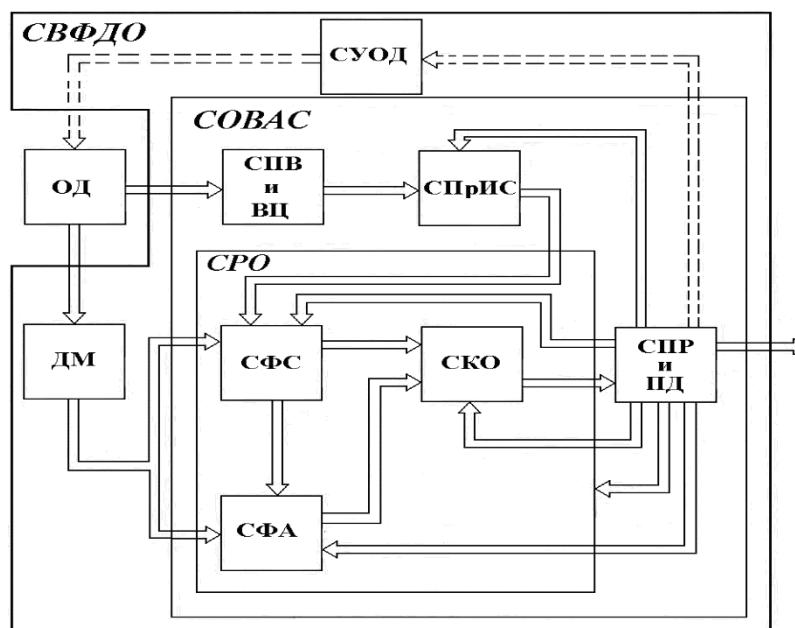


Рисунок 1 – Обобщенная функционально-структурная схема СВФДО



Система виброакустического функционального диагностирования объектов (СВФДО) включает в себя: ДМ - диагностическую модель; СОВАС - систему обработки виброакустического сигнала; СУОД - систему управления объектом диагностирования (может отсутствовать, поэтому связи показаны пунктиром). Подсистемами СОВАС являются: СПВиВЦ – система первичных вибропреобразователей и входных цепей; СПрИС – система процессорных средств измерения параметров виброакустического сигнала; СПриПД – система принятия решения и постановки диагноза; СРО – система распознавания образов, включающая в себя СФС (систему формирования словаря диагностических признаков), СФА (систему формирования алфавита классов (диагнозов)), СКО (систему классификации образов).

Из обобщенной функционально-структурной схемы СВФДО непосредственно следует вывод о важности подсистем СПВиВЦ и СПрИС в СВФДО. В том случае, когда результаты работы системы СПриПД не удовлетворительны, принимается решение о совершенствовании методов и алгоритмов процессорных средств измерения, обработки и спектрального анализа параметров виброакустического сигнала (обратная связь подсистемы СПриПД с подсистемой СПрИС, смотри рисунок 1).

При решении задач виброакустического функционального диагностирования объектов широкое распространение получили частотные и частотно-временные представления либо непосредственно виброакустического сигнала, либо некоторого его функционального преобразования (например, огибающей (мгновенной амплитуды) виброакустического сигнала). Данные модели, отражая динамические характеристики диагностируемого объекта, позволяют связать проявление того или иного дефекта с изменением частотного или частотно-временного спектра виброакустического сигнала на определенной частоте или совокупности частот, эффективные методы измерения которого рассмотрены в работах [3-15].

Литература

1. Артоболевский И. И., Бобровницкий Ю. И., Генкин М. Д. Введение в акустическую динамику машин. - М.: Наука. 1979.-296 с.
2. Пономарева, О.В. Иерархическая морфологическо-информационная модель системы функционального диагностирования объектов на основе цифровой обработки сигналов / О.В. Пономарева, В.А. Пономарев, А.В. Пономарев // Датчики и системы. – 2014. – № 1(176). – С. 2 - 8.
3. Пономарева О.В., Пономарев А.В. Восстановление значений непрерывных частотных спектров дискретных сигналов методом параметрического дискретного преобразования Фурье// Вестник Ижевского Государственного Технического Университета. 2015.- №3.(67). -С. 88-91.
4. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Пономарев А.В. Метод эффективного измерения скользящего параметрического спектра Фурье// Автометрия. 2014. Т.50.-№2.-С.31-38.



5. Пономарев В.А., Пономарева О.В., Пономарев А.В., Пономарева Н.В. Обобщение алгоритмов Герцеля и скользящего параметрического дискретного преобразования Фурье // Цифровая обработка сигналов. 2014. -№ 1. -С. 3-11.
6. Пономарева О.В., Алексеев В.А., Пономарев А.В. Цифровой периодограммализ и проблемы его практического применения // Вестник Ижевского Государственного Технического Университета. 2013.- №2.(58). -С. 130-133.
7. Пономарева О.В. Быстрое параметрическое дискретное преобразование Фурье действительных последовательностей// Цифровая обработка сигналов. 2012.-№ 2.- С.2-5.
8. Пономарева О.В., Алексеев В.А., Пономарев А.В. Быстрый алгоритм измерения спектра действительных сигналов методом апериодического дискретного преобразования Фурье // Вестник Ижевского Государственного Технического Университета имени М.Т.Калашникова. 2014.- №2.(62). -С. 106-109.
9. Пономарева О.В. Измерение спектров комплексных сигналов на конечных интервалах методом апериодического дискретного преобразования Фурье// Интеллектуальные системы в производстве. 2014.- №1 (23).- С. 100-107.
10. Пономарева О.В., Пономарев А.В., Пономарева Н.В. Метод быстрого вычисления дискретного преобразования Фурье действительных последовательностей// Цифровая обработка сигналов. 2013. -№ 2. -С. 10-15.
11. Пономарева О.В., Пономарева Н.В. Модификация фильтра на основе частотной выборки для решения задач цифровой обработки случайных процессов со скрытыми периодичностями //Интеллектуальные системы в производстве. 2012.- №2 (20). -С. 122-129.
12. Пономарева О.В. Вероятностные свойства спектральных оценок, полученных методом параметрического дискретного преобразования Фурье //Интеллектуальные системы в производстве. 2010. -№2 (16).- С.36-41.
13. Алексеев В.А., Пономарев В.А., Пономарева О.В. Методология определения погрешностей измерения вероятностных характеристик случайных процессов, реализуемых процессорными измерительными средствами //Интеллектуальные системы в производстве. 2010.- №2 (16). -С. 91-99.
14. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Модификация дискретного преобразования Фурье для решения задач интерполяции и свертки функций // Радиотехника и электроника. 1984.- Т.29.- №8.-С. 1561-1570.
15. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Временные окна при оценке энергетических спектров методом параметрического дискретного преобразования Фурье // Автометрия. 1983.-№4.-С.39-45.