

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ОБРАБОТКИ ВИБРОСИГНАЛОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕХАНИЗМОВ И АГРЕГАТОВ

Рассмотрена аппаратно-программная организация компьютерных многоканальных систем вибрационного контроля. Применение таких систем обеспечивает проведение в режиме реального времени мониторинга вибрационного состояния технических объектов, решение задач сигнализации и защиты по индивидуальным критериям в автоматическом режиме. Предложена методика анализа длинных реализаций вибрационных сигналов для получения информативно-значимых признаков.

Обеспечение эффективной работы промышленных и энергетических предприятий, представляющих собой материало- и энергоемкие производства, с большим количеством разнообразного оборудования, значительная часть из которого функционирует в непрерывном технологическом цикле, во многом достигается внедрением системы оценки технического состояния и обслуживания механизмов и агрегатов, ориентированной на предотвращение аварийных ситуаций и своевременное проведение ремонтно-восстановительных работ.

Для оценки состояния наиболее важные объекты оснащаются штатными автоматизированными системами контроля, мониторинга, защиты, диагностики. Одним из наиболее информативных, но и достаточно сложных, параметров контроля для механизмов с вращательным движением является вибрация.

Научно-исследовательская лаборатория вибродиагностических систем Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники длительное время занимается разработкой приборов, программного обеспечения и методик их применения в данной области. В лаборатории разработан и производится многоканальный измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) «Лукомль-2001», который эксплуатируется более десяти лет на большинстве крупных турбоагрегатов Беларуси.

Структурно ИВК представляет собой универсальную ПЭВМ с типизированным модулем АЦП, подключаемым к ее стандартному интерфейсу (ISA, PCI, USB), блока аналоговой обработки сигналов, принимаемых от первичных виброизмерительных каналов, и блока управления сигнализацией и защитным отключением. При таком построении основная функциональность комплекса обеспечивается алгоритмическим и программным обеспечением. Основными функциями комплекса являются:

- определение в режиме реального времени интенсивности вибрации в стандартизованных или задаваемых частотных диапазонах, частоты вращения вала, значений амплитудных и фазовых параметров, по крайней мере, до десяти спектральных составляющих вибрации, кратных частоте вращения (порядковый анализ), пик-фактора исходного сигнала;

- сравнение реально полученных значений с контрольными (величина которых может изменяться от точки к точке и с течением времени) и выработка по определенным алгоритмам сигналов сигнализации и защитного отключения, выдаваемых на исполнительные и отображающие устройства;

- сохранение получаемых данных в специально структурированных файлах;

- сетевое взаимодействие по данным с другими системами или работа в качестве базовой первичной станции в многоуровневых системах поддержки принятия решений и управления технологическими процессами.

Отличительная особенность комплекса «Лукомль» – реализация алгоритмов защиты технических объектов по вибрационным параметрам не только по стандартизованным критериям, но и с учетом расширенного числа показателей вибрации, индивидуальных особенностей конкретного объекта и обобщенной оценки ситуации на объекте. При анализе вибрационного состояния защищаемого объекта учитываются факторы низкочастотной вибрации, высокочастотной вибрации, оборотной составляющей виб-

рации, изменение вектора оборотной составляющей. Значения конкретных уровней срабатывания предупредительной сигнализации и защиты по каждому фактору устанавливаются индивидуально для конкретного агрегата. При принятии решения о защитном отключении учитываются показания, полученные в нескольких точках контроля, и динамика изменения этих показателей во времени. В настоящее время эксплуатируется пять таких систем автоматической защиты по вибрации.

Однако решение задач вибрационной диагностики до настоящего времени остается весьма проблематичным, так как формулирование вывода о техническом состоянии объекта на основе количественных значений вибрационных параметров во многих случаях достаточно неоднозначно. Для более достоверных заключений представляется целесообразным проведение анализа динамики изменения непрерывных вибрационных сигналов, отражающих техническое состояние объекта на достаточно длительном временном интервале (минуты, часы и даже сутки). Для регистрации таких вибрационных сигналов используется измерительно-вычислительный комплекс «Тембр» на базе мобильного компьютера, модуля АЦП с USB интерфейсом, виброизмерительных каналов с первичными пьезоэлектрическими преобразователями и проблемно-ориентированного программного обеспечения.

Анализ вибрационных сигналов производится с помощью специальной программы, выполняющей следующие основные функции: визуальный анализ временных реализаций; фильтрация сигнала; спектральный анализ; интегрирование, двойное интегрирование и определение параметров и характеристик проинтегрированных сигналов; полосовой спектральный анализ; вейвлет-анализ; разложение сигнала на периодическую и шумоподобную составляющие и определение параметров и характеристик полученных компонент; усреднение во временной области; построение гистограммы распределения сигнала по уровням, вычисление эксцесса и асимптоты.

Для оценки технического состояния выбирается группа параметров, вычисляемых в ходе анализа, например: СКЗ виброускорения в исследуемой частотной полосе; СКЗ виброскорости; размах виброперемещения; пик-фактор; СКЗ вибросигнала в узкой частотной полосе (полосовой анализ); амплитуды отдельных частотных составляющих; параметры сигнала, выделенного вейвлетом; параметры периодической и шумоподобной составляющих. Для каждого зарегистрированного вибрационного сигнала определяются значения выбранных информативных параметров.

Оценка изменения технического состояния контролируемого объекта производится путем сравнительного анализа информативных параметров, полученных в разные моменты времени или при различных режимах его работы.

Бранцевич П.Ю., доцент, к.т.н., *Базылев Е.Н.*, ассистент, *Базаревский В.Э.*, аспирант кафедры программного обеспечения информационных технологий БГУИР, Минск, Беларусь, e-mail: branc@bsuir.edu.by.

Костюк С.Ф., зав. лаборатории вибродиагностических систем БГУИР, Минск, Беларусь, e-mail: branc@bsuir.edu.by.