

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК _____

Космач
Никита Вячеславович

Методы решения задачи обнаружения на основе динамики спектральной
составляющей

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра техники и технологии

по специальности 1–39 81 03 «Информационные радиотехнологии»

Научный руководитель
Давыдов Игорь Геннадьевич
к.т.н., доцент

Минск 2019

ВВЕДЕНИЕ

Начало первого этапа развития диагностики относится ко времени создания первых машин, когда обслуживающий их персонал, ориентируясь только на свои ощущения, прежде всего слуховые и зрительные, стал обнаруживать различного вида дефекты и отклонения в работе машин. Качество диагноза на этом этапе практически всегда определялось опытом и знаниями обслуживающего машину персонала, а для локализации неисправности использовались простейшие приспособления, например, стетоскоп.

Второй этап развития диагностики начался после появления первых измерительных приборов, ряд характеристик которых стал превышать возможности слуха. Но и эти приборы в течение двух, трех десятков лет были достаточно дорогими, поэтому этап начался не с собственно диагностики, а с исследования машин как источников шума и вибрации. Наиболее глубокие из таких исследований проводились и проводятся по заказам военной промышленности, преимущественно работающей на Военно-морской флот, где проблемы борьбы с шумом и вибрацией стоят наиболее остро. Пик этих исследований в России, в которых непосредственное участие принимали авторы, пришелся на 70 - 80-е годы, еще до широкого внедрения в средства измерения микропроцессорной техники. Эти годы дали жизнь большому количеству новых методов и подходов к вибрационной диагностике, расширивших ее возможности.

Целью работы является разработка и реализация алгоритма для автоматического диагностирования промышленного оборудования на основе мониторинга компонент спектра огибающей сигнала виброускорения.

Основными задачами для разработки алгоритма является построение огибающей исходного сигнала, поиск шаблонов дефектного состояния в спектре огибающей, мониторинг спектральных компонент распознанного шаблона.

Для обнаружения дефектов промышленного оборудования в автоматическом режиме необходимо знать кинематическую схему оборудования, частоту вращения главного вала с высокой точностью. Частота вала в пределах сигнала должна изменяться в пределах 2%. Для возможности установить окно поиска шаблона достаточно узкий диапазоном для точно распознавания дефекта шаблона. При недостаточном обеспечении заданных параметров возможно некорректное определение шаблона дефекта.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы магистерской диссертации: в настоящее время вопрос своевременного обнаружения дефектов оборудования является актуальным, так как позволяет своевременно производить ремонт, тем самым снизив непроизводственные затраты промышленных предприятий. Ввиду быстрого развития вычислительных средств и методов численного анализа повышенный интерес представляет разработка полностью автоматических систем вибродиагностики.

Цель данной работы: разработка алгоритма обнаружения дефектов промышленного оборудования (на примере подшипника качения) на основе анализа динамики спектральной составляющих сигналов вибрации (виброускорения).

Задача исследования: провести анализ существующих алгоритмов мониторинга состояния оборудования на основе анализа вибрационных сигналов; разработать метод обнаружения дефектов на основе динамики спектральной составляющей вибрационных сигналов; исследовать эффективность методов обнаружения дефектов подшипников качения на основе динамики спектральных составляющих.

Объект исследования: вибрационные сигналы роторного оборудования.

Предмет исследования: методы анализа вибрационных сигналов для оценки состояния оборудования.

Теоретико-методологическую основу исследования составили труды отечественных и зарубежных ученых, занимающихся практическим использованием преобразования Фурье, с целью определения технического состояния оборудования по сигналам вибрации и акустической эмиссии.

Эмпирическую базу исследования составили сигналы виброускорения, записанные при помощи пьезоэлектрических акселерометров с подшипников качения различного технического состояния, установленных на модифицированном стенде промышленного оборудования, на котором доступна возможность замены ее узлов.

Объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников. Общий объем работы составляет 57 страниц, из них 50 страница основного текста, содержащего 44 рисунка и 1 таблицу, а также библиографический список из 32 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показано, в чём заключается научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Актуальность исследования обусловлена трудностью диагностики зарождающихся дефектов оборудования.

В первой главе рассмотрены исследования в области вибрационной диагностики машин и механизмов. Так же были рассмотрены методы диагностики по сигналам вибрации. Анализ исследований показал, что в настоящее время наиболее перспективными методами диагностики являются методы из группы спектрального анализа. Они высоко информативны, позволяют выделить из сигнала даже слабо выраженные компоненты. Полученные информативные признаки легко интерпретируемы. Однако, нестационарность и уход частот от номинальных значений затрудняют использование спектрального анализа.

Во второй главе была рассмотрена общая структурная схема системы диагностирования состояния роторного оборудования, общая структурная схема алгоритма обработки вибрационной информации. Обосновано применение алгоритма спектрального анализа для подшипников качения.

В третьей главе был предложен метод анализа спектра высокочастотной огибающей на основе мониторинга спектральных компонент. Предложен метод подстройки диагностической модели дефектов подшипников качения.

В четвёртой главе произведена апробация алгоритма анализа спектра высокочастотной огибающей на основе мониторинга спектральных компонент. Произведено сравнение оценки дефектов роторного оборудования с методом подстройки диагностической модели дефектов подшипников качения и без него. По результатам анализа сигналов вибрации ветрогенератора с методом подстройки диагностической модели дефектов результат был в среднем лучше на 49 %. Для анализа выборки сигналов подшипника качения 6213 результат был лучше в среднем на 26 %. Для анализа выборки сигналов подшипника качения 213 результат был лучше в среднем на 24 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе обзора литературы отмечено, что наибольшую достоверность обнаружения дефектов подшипника качения обеспечивают методы анализа спектра огибающей высокочастотной вибрации. В качестве информативных признаков выступают спектральные составляющие, связанные со ставными подшипниковыми частотами.

Было показано, что изменение параметров работы подшипника (изменения скорости, нагрузки, температуры, качества смазки) в ходе эксплуатации приводит к флуктуациям подшипниковых частот, что значительно снижает достоверность диагностики подшипника в полностью автоматическом режиме. С этой целью, в работе предложен способ автоматической подстройки диагностической модели подшипника (уточнение подшипниковых частот) и алгоритм мониторинга его технического состояния на основе анализа динамики спектральных составляющих (подшипниковых частот).

В работе представлены результаты экспериментальных исследований эффективности предложенных алгоритмов на наборах вибрационных сигналов подшипников качения. Установлено, что автоматическая подстройка диагностической модели позволяет повысить точность обнаружения дефектов подшипника качения на основе анализа динамики компонент в спектре огибающей высокочастотной вибрации в среднем на 33 % .

Предложенные алгоритмы могут быть использованы в системах автоматической вибродиагностики для оценки технической оценки состояния подшипников качения различных типов (радиальных, радиально-упорных, упорных и т. д.).

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1-А.] Способ вибрационной диагностики подшипников качения: заявка на пат. ВУ а20190017 / Н.В. Космач, Ю.П. Асламов – заявка подана 25.01.2019.

[2-А.] Космач, Н. В. Спектр огибающей вибрационного сигнала для оценки технического состояния промышленного оборудования/ Н. В. Космач // Информационные радиотехнологии: материалы 53-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. – Минск : БГУИР, 2017.

[3-А.] Космач, Н. В. Методы решения задачи обнаружения на основе динамики спектральной составляющей/ Н. В. Космач, П. Г. Рябцев // Информационные радиотехнологии: материалы 55-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. – Минск : БГУИР, 2019.

[4-А.] Толкач, Р. В. Анализ скалограммы вибросигнала для оборудования с переменной скоростью вращения/ Р. В. Толкач, Н. В. Космач // Информационные радиотехнологии: материалы 55-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. – Минск : БГУИР, 2019.

[5-А.] Ю.П. Асламов, И.Г. Давыдов, Н.В. Космач, Р.В. Толкач. Разреженная декомпозиция скейлограммы для мониторинга технического состояния роторного оборудования / Ю.П. Асламов [и др.] // Доклады Белорус. гос. ун-та информатики и радиоэлектроники. – 2019.