

Слайд 1.

Здравствуйте, меня зовут Артем Гончаров, я представляю работу посвященную исследованию методов и алгоритмов подшипников качения. Научным руководителем работы выступает Гай Василий Евгеньевич.

Слайд 2.

Тема исследования является актуальной благодаря широкому использованию подшипников качения на практике, однако по статистике (1) вышедших из строя подшипников, всего 10% деградировали вследствие естественного износа, остальные же – по причинам неправильной установки или эксплуатации. Данный факт подтверждает необходимость проведения диагностирования. Наличие большого числа работ по данной тематике подтверждает актуальность проводимых исследований.

Слайд 3.

Цель исследования заключается в разработке нового метода вибродиагностики подшипников качения.

Для выполнения исследования были поставлены следующие задачи:

- Исследовать существующие методы вибродиагностики подшипников качения
- Разработать собственный метод вибродиагностики
- Выполнить вычислительный эксперимент, который бы подтверждал работоспособность разработанного метода.

Слайд 4.

Объектом исследования является сигнал, полученный с датчиков, установленных на диагностируемое оборудование, в качестве датчиков используются акселерометры.

Предметом исследования являются методы диагностики подшипников качения по вибросигналу.

Слайд 5.

Научная новизна проведенного исследования обеспечивается созданием новой системы признаков на основе матрицы переходов, используемая для составления описания сигнала.

Слайд 6.

Положения выносящиеся на защиту это разработанная система признаков на основе матрицы переходов, а также результаты проведенного экспериментального исследования.

Слайд 7.

На основе проведенного исследования современных методов вибродиагностики были выделены этапы анализа состояния подшипников качения. Первым этапом является предварительная обработка сигнала. На следующем этапе формируется система признаков, используемая на этапе классификации для принятия итогового решения о состоянии подшипника качения.

Существующие методы вибродиагностики обладают рядом проблем:

- На этапе предварительной обработки необходимо знание свойств анализируемого сигнала (частота, длина и т.д.)
- Возможное наличие большого числа признаков, т.е. отсутствие единого подхода к формированию признаков, для разных сигналов
- Появление помех в сигнале сильно мешает формированию признакового описания.

Однако использование разработанного метода вибродиагностики на основе методов теории активного восприятия позволяет решить описанные проблемы (19).

Слайд 8.

Базовым преобразованием в теории активного восприятия является U-преобразование, которое заключается в последовательных операциях интегрирования и дифференцирования, применяемых к анализируемому сигналу. Для увеличения числа сигналов в базе сигналов, на основе которых будет проводиться классификация, каждый сигнал делится на несколько частей, амплитуды отсчетов складываются, в результате чего получается массив сумм, который используется для формирования системы признаков. Более подробно данный процесс описан во второй главе работы.

После деления сигнала на части для каждого отрезка формируется система признаков, на основе переходов состояний операторов теории активного восприятия.

Слайд 9.

На данном слайде представлен упрощенный алгоритм формирования матрицы переходов. Где **A** и **B** – массивы состояний операторов i -го отрезка сигнала и $i+1$ соответственно. Значения которых несут следующий смысл:

- < 0 — оператор является инверсным
- $= 0$ — оператор отсутствует в описании сигнала.
- > 0 — сигнал описывается соответствующим оператором

после сравнения состояний операторов на разных отрезках сигнала, значения матрицы переходов обновляются по соответствующим индексам $v1$ и $v2$.

Слайд 10.

На данном слайде приведен пример участка матрицы переходов состояний операторов теории активного восприятия. Сформированная матрица используется для описания сигнала, которое необходимо для принятия решения на этапе классификации.

Слайд 11.

В целях получения достоверных результатов классификации, были использованы несколько методов: это метод опорных векторов и метод К ближайших соседей.

Суть метода опорных векторов является в построении гиперплоскости. А задача классификации сводится к решению задачи оптимизации, в результате которой находятся коэффициенты w и b . (10). На слайде представлена Оптимальная разделяющая гиперплоскость для метода опорных векторов, построенная на точках из двух классов. Ближайшие к параллельным гиперплоскостям точки называются опорными векторами.

Метод к ближайших соседей является фундаментальным методом классификации, а также более простым. На рисунке зеленый круг должен быть классифицирован как синий квадрат или красный треугольник.

- при $k = 3$, круг будет классифицирован как треугольник потому что в заданной области 2 треугольника и всего 1 квадрат.
- при $k = 5$, круг будет классифицирован как квадрат потому что в заданной области 3 квадрата против 2х треугольников.

Слайд 12.

В рамках выполнения работы было реализовано программное обеспечение которое включает в себя разработанный алгоритм вибродиагностики. Скриншоты ПО представлены на экране. Данное ПО позволяет загрузить сигнал в систему, настроить параметры анализа, такие как:

- количество частей на которое разбивается сигнал
- величина сдвига и т.д.

в результате выполнения программы формируется матрица переходов, а также выводится результат классификации состояния подшипника качения на основе сигнала, полученного с датчиков, а также точность выполненной классификации.

Слайд 13.

тестовые данные для проведения эксперимента были предоставлены Университетом Кейс Вестерн Резерв. Данная база вибросигналов используется для проверки работоспособности методов диагностики во многих работах. На слайде вы можете увидеть фото стенда, на котором были собраны данные.

Слайд 14.

На данном слайде представлена сводная таблица результатов работы методов вибродиагностики. Данная таблица показывает что разработанный метод обладает большим процентом точности в сравнении с большинством существующих методов вибродиагностики. Однако, методы показывающие больший процент точности распознавания обладают меньшим числом распознаваемых состояний исходя из чего можно сделать вывод, что предлагаемый метод способен успешно конкурировать с существующими методами вибродиагностики.

Слайд 15.

Также были выполнены эксперименты по проверке применимости разработанного метода в условиях наличия шума в сигнале. Были проведены эксперименты при отношении сигнала к шуму в 20, 10 и 0.1 дБ. Результаты представленные на слайде подтверждают устойчивость разработанной системы признаков при анализе зашумленного сигнала.

Слайд 16.

В качестве заключения, я бы хотел осветить результаты, полученные в рамках выполнения работы.

- Проведено исследование существующих методов вибродиагностики подшипников качения.
- Разработан новый метод вибродиагностики подшипников качения на основе теории активного восприятия, с использованием матрицы переходов
- Сформирован алгоритм вибродиагностики подшипников качения, реализованный в программном обеспечении
- Проведено экспериментальное исследование, в рамках которого были получены результаты, подтверждающие корректную работу разработанного метода
- Показатели работы оказались лучше конкурентов

Слайд 17.

Апробация данной работы была произведена в рамках выступления на XXI международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии» ИСТ-2015. Также была зарегистрирована программа для ЭВМ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Слайд 18.

Большое спасибо за внимание, я готов ответить на ваши вопросы.