

Рисунок 4 - Внешняя панель виртуального прибора для измерения концентрации веществ

Таким образом, рассмотрено применение метода идентификационных измерений для АСУ гальваническим производством.

Список литературы

1. Гальванические покрытия в машиностроении: Справочник / Под ред. М.А. Шлюгера. - М.: Машиностроение, 1985. - В 2-х томах. - 240 с.
2. Свинцов В.Я. Оценка чувствительности фазометрического анализатора концентрации веществ / В.Я. Свинцов, А.А. Липчанский, А.А. Тукачев // Датчики и системы. - Жуковский, 2004. - №3. - С.34-35.
3. Грановский В.А. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях / В.А. Грановский, Т.Н. Синая. - Л.: Энергоатомиздат, 1990.
4. Ларичев О.И. Качественные методы принятия решений: Вербальный анализ решений / О.И. Ларичев, Е.М. Мошкович. - М.: Наука: Физматлит, 1996. - 207 с.
5. Мутанов Г.М. Метод определения концентрации веществ в электролитах гальванического производства / Г.М. Мутанов, Ю.Н. Кликушин, К.Т. Кошевов // Материалы IV-й Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. «Наука в информационном пространстве». - Днепропетровск: ПДАБА, 2008. - Т.2. - С.71-74.

Получено 17.07.10

УДК 621.9.02

Ю.Н. Кликушин, В.В. Сорокин
СКГУ им. М. Козыбаева, г. Петропавловск

МЕТОД ДИАГНОСТИКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Рост автоматизации процессов производства в машиностроении предъявляет высокие требования к средствам диагностирования, служащим для оперативного контроля состояния оборудования, обнаружения и локализации неисправностей.

В данный момент средства диагностики требуют постоянного развития и совершенствования с целью повышения их разрешающей способности, что невозможно без даль-

нейшего исследования процесса резания и установления взаимосвязи явлений с состоянием режущего инструмента. Поэтому исследование физических явлений, возникающих в процессе резания, разработка на этой основе новых эффективных методов диагностирования состояния режущего инструмента является актуальной задачей.

Наиболее эффективное решение указанной задачи обеспечивается созданием автоматической системы диагностики с универсальной методикой и алгоритмом распознавания дефектов режущего инструмента, а именно степени износа, скола или поломки [1].

При разработке автоматической системы диагностики возникает необходимость в разделении исходной группы сигналов на некоторое количество классов, объединяющих попавшие в них реализации, по определенному качественному признаку, т.е. дефектам режущего инструмента. Таким образом, создается база знаний (БЗ), в которой записываются сигналы дефектов режущего инструмента.

Авторами предлагается методика виброакустической диагностики режущего инструмента в процессе механической обработки с применением позиционного кода (ПК) эталонов и соответствующего лингвистического кода (ЛК), предложенного в работе [2].

Согласно предложенному методу, для вибродиагностики рекомендуется использовать все характеристики сигналов (дефектов).

Поскольку заранее неизвестно, какая из характеристик сигнала будет наиболее информативной в отношении того или иного качественного признака, рекомендуется:

- анализировать временную, спектральную, корреляционную, вероятностную характеристики сигнала и его приращения;
- измерять как распределение временных интервалов (РВИ), так и распределение мгновенных значений (РМЗ) – с помощью математического аппарата, предложенного в работе [2];
- кодировать идентификационные параметры системы.

В предлагаемой методике, согласно методологии идентификационных измерений сигналов, все характеристики распознаются путем преобразования с получением идентификационных параметров [2].

Идентификационные шкалы (ИШ) с математической точки зрения отображают множество чисел, например, временной ряд наблюдений, объема N, в одно число – идентификационный параметр (IdP) с присоединением к нему (посредством логического вывода) качественной характеристики в виде лингвистического имени распределения.

Лингвистические имена распределений и связанные с ними численные оценки идентификационных параметров образуют реляционную БЗ. Управление такой БЗ состоит в пересортировке первоначального списка имен и их фильтрации. При упорядочивании чисел (IdP) лингвистические имена автоматически ранжируются и, соответственно, те свойства объекта или процесса, которые эти имена и числа представляют. Таким образом, в ИШ происходит объединение технологии измерения и технологии БЗ для решения задач распознавания образов.

Метод формирования ПК и ЛК основан на создании массива S^Y , в котором упорядочиваются в отсутствие тестируемого сигнала, например по убыванию, идентификационные параметры системы N объектов-эталонов с запоминанием индивидуального порядкового номера расположения в списке – первоначальный ПК эталонов, соответствующие им имена формируют ЛК:

$$S^Y = \text{sort} \downarrow (Id_1^{\exists}, \dots, Id_i^{\exists}, \dots, Id_N^{\exists}), \quad PK = \{1234567\}, \quad (1)$$

$$LK = \{2 \text{mod}, \text{arcs}, \text{равн}, \text{симв}, \text{норм}, \text{лапл}, \text{коши}\}.$$

Определяется идентификационное значение исследуемого сигнала $X(t)$, под действием которого формируется массив S^P с разупорядоченной системой объектов-эталонов

$$Id_X = Id[X(t)], S^P(Id_X) \neq sort \downarrow (Id_1^{\mathcal{D}}, \dots, Id_i^{\mathcal{D}}, \dots, Id_N^{\mathcal{D}}). \quad (2)$$

Запускается процедура поточечного вычисления разностей D_i идентификационных параметров сигнала и объектов-эталонов с вычислением среднего отклонения \bar{D}

$$D_i = |Id_X - Id_i^{\mathcal{D}}|, \bar{D} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_i, \quad (3)$$

и формируется матрица D , включающая полученные разности.

Полученные разности сортируются для получения ПК по критерию $D_i = \min$ в виде оптимизационной процедуры

$$PK(j) = \bigcap_j \bigcup_i (i / rank(D_i = \min) = j) \quad (4)$$

или

если $D_i = \min$, то $rank(D_i) = 1$ – старший разряд,

если $D_i = \max$, то $rank(D_i) = N$ – младший разряд.

Формируются ПК и ЛК по правилу: новый порядок следования объектов-эталонов отображает классификационную структуру анализируемого сигнала: номера позиций образуют ПК, а соответствующие им имена объектов-эталонов – ЛК входного сигнала. Если два и более сигнала имеют одинаковые ПК и ЛК, то они находятся в одном классе. Алгоритм составления ПК и ЛК представлен на рис. 1.

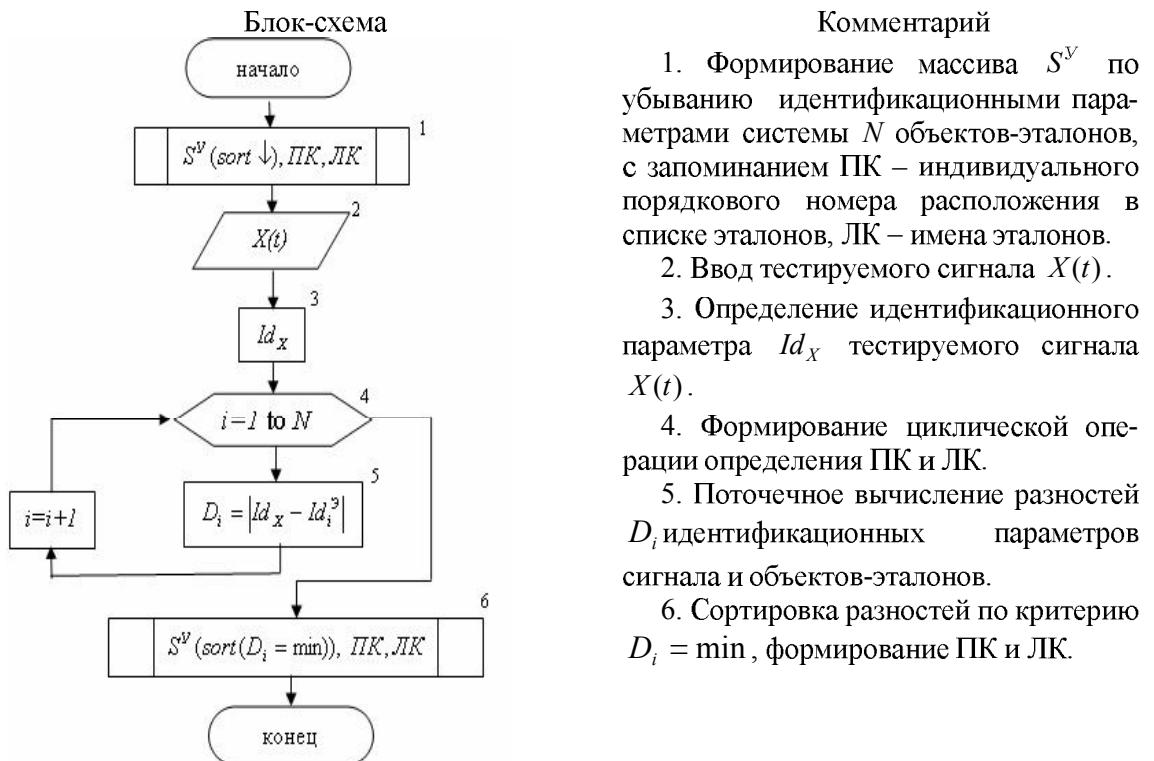


Рисунок 1 – Алгоритм составления позиционного и лингвистического кодов

Исследуемая выборка сигнала измеряется идентификационным тестером S-типа, на выходе которого формируется число $IdPx = 60$. Принцип работы тестера сводится к следующему: исследуемая выборка ранжируется по возрастанию. Из ранжированной функции путем равномерной дискретизации выбирается 9 значений, причем пятое по счету значение должно совпадать с медианой исследуемой выборки.

Вычисляется модельный параметр

$$S = \frac{C(8) - C(2)}{C(9) - C(1)} \cdot 100, \quad (5)$$

где $C(I)$ – i-е значение ранжированной функции исследуемой выборки.

На рисунке 2 представлен пример формирования ПК (левая часть рисунка) и ЛК (правая часть рисунка), в результате чего из линейно упорядоченного ПК = 1 234 567 эталонов получился разупорядоченный ПК = 4 352 167 входного сигнала.

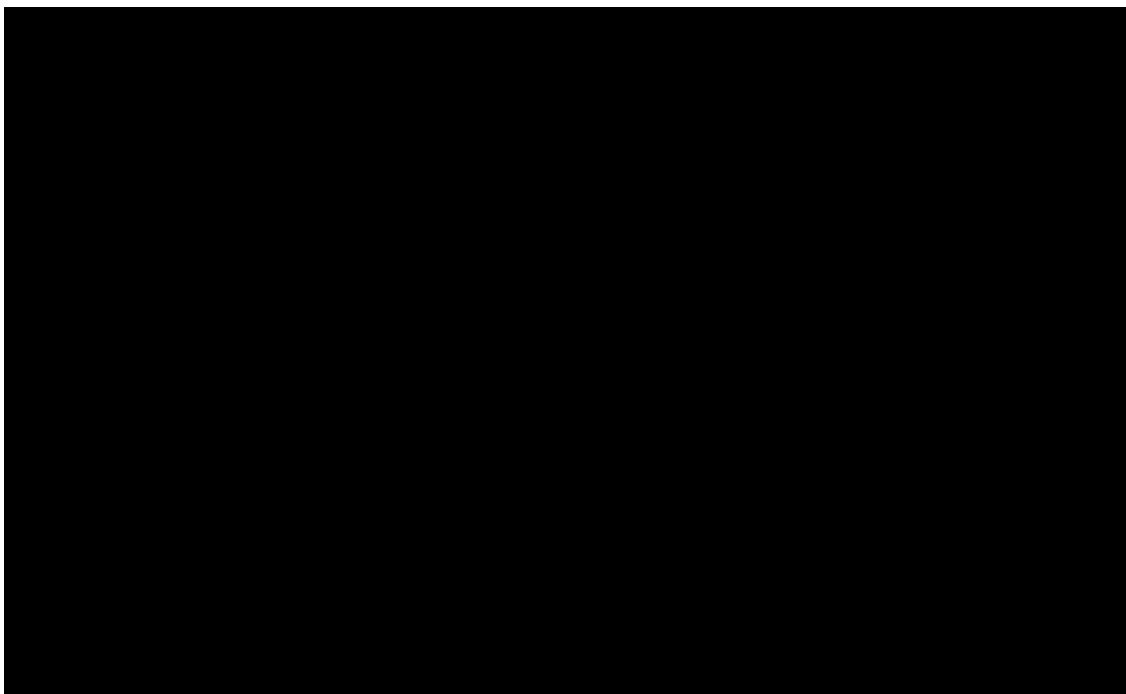


Рисунок 2 – Структурная схема формирования ПК и ЛК для сигнала с $Idx = 60$

Потенциально общее число возможных ПК сигналов определяется числом перестановок и для 7 эталонов составляет величину, равную $7! = 5040$. В реальных системах, как правило, требуемое число различимых градаций составляет величину в 3-5 раз меньшую. Поэтому данную схему кодирования сигналов можно применять во многих интеллектуальных системах обработки и анализа данных.

Как следует из вышеизложенного, для обработки данных используется большое количество динамически изменяющихся параметров. Следовательно, при решении задачи вибродиагностики режущего инструмента необходимо иметь набор реализаций дефектов с одинаковым объемом выборки и постоянством условий их формирования. Каждая выборка записывается на диск, например в текстовом формате, и сопровождается качественным отличительным признаком в виде названия дефекта или эталона. По определен-

ным идентификационным параметрам формируем базу знаний идентификационных параметров эталонных сигналов и характеристик.

Например, применительно к измерениям вибросигнала режущего инструмента формируется реляционная модель БЗ эталонных измерений вибросигнала (с различными введенными дефектами).

Если предположить, что разряды ПК являются потенциальными узлами ветвления, то становится возможным построение классификационного дерева (правая часть рис. 2) сигналов. При этом исходная ветвь эталонов является крайней левой. Ветви всех остальных сигналов располагаются правее, на расстоянии, пропорциональном среднему отклонению. Таким образом происходит упорядочивание ветвей дерева по горизонтальному направлению (слева - направо). Вертикальная упорядоченность (сверху - вниз) соответствует изменению степени общности сигналов по принципу «от общего к частному». В рассматриваемом примере у эталонного и анализируемого сигналов общими являются два разряда с именами КОШИ и ЛАПЛ из семи. Это дает возможность количественно оценить степень общности:

$$\text{Степень общности} = \frac{\text{кол-во общих разрядов ПК}}{\text{общее кол-во разрядов ПК}}. \quad (6)$$

Для примера имеем $C = 2/7 = 0,2857$.

Однако «похожесть» сигналов можно оценивать и некоторым комплексным показателем, учитывающим как значение отклонения, так и степень общности, например, в логической форме:

$$P_{uo} = \max \left[C_{ij}; \left(1 - \frac{\Delta_{ij}}{\Delta_{\max}} \right) \right], \quad (7)$$

где C_{ij} – степень общности (вложенности); Δ_{ij} – значение отклонения между сигналами; Δ_{\max} – максимальное отклонение между крайними сигналами данного дерева.

Таким образом, получена совместная количественная оценка структуры сигнала и его характеристик, учитывающая упорядоченность по горизонтали и вертикали. Данную методику можно использовать для сравнения сигналов между собой, т.е. решать задачи распознавания.

Рассмотренная методика идентификационных измерений для диагностики состояния режущего инструмента с нахождением всех идентификационных эталонных исследуемых вибросигналов и решение задачи постановки диагноза (распознавания) требует участия эксперта – для устранения неоднозначности в принятии решения. Такие задачи решаются в эргатических системах управления (ЭСУ), особенность которых в том, что в контур управления, т.е. в управляющую систему, включен сам человек-оператор [4].

Авторами был разработан на основе описанного метода и алгоритма виртуальный прибор виброакустической диагностики, в котором в имеющейся в его структуре БЗ заложены ПК и ЛК сигналов состояния режущего инструмента, в том числе и при наличии дефектов (износа, скола или поломки). В настоящее время прибор был встроен в существующую систему автоматизированного управления станочным оборудованием на АО «ПЗТМ» (г. Петропавловск) и проходит апробацию на внедрение.

Список литературы

1. Лоладзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. – М.: Машиностроение, 1982. – 320 с.
2. Кликушин Ю.Н. Методы и средства идентификационных измерений сигналов / Ю.Н. Кликушин, К.Т. Кошевов. – Петропавловск: Изд-во СКГУ им. М.Козыбаева, 2007. – 186 с.

3. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях. - М.: Мир, 1983. - Кн. 1-2.
4. Мухин В.И. Исследование систем управления. - М.: Изд-во Экзамен, 2006. - 2 изд., доп. и перераб. - 479 с.

Получено 15.07.10

УДК 621.928.24

О.А. Коробова

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

ТЕОРИЯ ГРОХОЧЕНИЯ

В практике осуществляется вибрационная сортировка как мелких, так и крупных материалов. Физические основы вибрационной сортировки тех и других материалов одинаковы, однако в процессе грохочения на материал, содержащий крупные куски, воздействует множество дополнительных факторов, которые существенно усложняют явление [1].

Функции этих составляющих в процессе виброгрохочения различны. Продольная составляющая обеспечивает перемещение материала вдоль рабочего органа для просеивания, поперечная – увлекает его в колебательные движения вместе с рабочим органом. Материал, постоянно находящийся в поле сил тяжести, оказывается подверженным также действию поля сил инерции, создающему вследствие колебаний рабочего органа. При этом вибрационное поле существует в пространстве, ометаемом сортирующей поверхностью в процессе колебательного движения, и действует на материал только при наличии контакта с рабочим органом.

В простейшем случае хаотического движения действие полей сил инерции, сил сопротивлений сортировки, сил тяжести, сил сложного возбуждения суммируется, вследствие чего материал оказывается под пульсирующей нагрузкой, результатом которой является периодическое изменение его реакции на процесс сортировки. Импульс материала пропорционален величине сил инерции и является движущей силой, также оказывается переменным.

Рассмотрим простейший режим виброгрохочения материала, имеющий место при прямолинейных гармонических колебаниях рабочего органа. Необходимо также учитывать, что связь зерен материала с рабочим органом неудерживающая, т.е. рабочий орган не препятствует сортировке материала перпендикулярно его поверхности и навстречу ему; движению зерен в противоположном направлении препятствуют лишь силы тяжести, силы инерции и силы сложного возбуждения материала. Поэтому наряду с падающим режимом могут реализоваться и режимы с подбрасыванием, в которых зерна периодически теряют контакт с рабочим органом. При колебаниях зерен совместно с рабочим органом и специальными приспособлениями на него в направлении транспортирования и сортировки кроме сил сопротивлений между зернами действуют также пульсирующие силы инерции. Перемещение и сортировка зерна по рабочему органу формируется в результате суммарного воздействия сил инерции и сил сопротивлений, силы сложного возбуждения.

В тех случаях, когда амплитудное значение вертикальной составляющей ускорения рабочего органа превышает ускорение силы тяжести, могут устанавливаться режимы грохочения с подбрасываниями материала и потерей контакта с сортирующей поверхностью.

Для исследования закономерностей грохочения материала толстым слоем может ис-