Результаты сравнения методов хранения изображений

	Затраты на хранение			Коэффициент сжатия		
	Метод 1	Метод 2	Метод 3	Метод 1	Метод 2	Метод 3
Изображение 1	5636946	2485477	2280092	1,000	2,268	2,472
Изображение 2	361472	193603	177168	1,000	1,867	2,040
Изображение 3	5672362	2750747	2527338	1,000	2,062	2,244
Изображение 4	1285267	827371	755447	1,000	1,553	1,701

Выводы

Результаты тестирования показывают эффективность использования модифицированного двумерного целочисленного вейвлета Хаара и целесообразность использования его для сжатия изображений без потерь качества.

Библиографические ссылки

1. *Юдин М. Н., Фарков Ю. А., Филатов Д. М.* Введение в вейвлет-анализ : учеб.-практ. пособие для системы дистанц. образования. – М. : Моск. геологоразведоч. акад., 2001. – 72 с. – URL: http://window.edu.ru/resource/972/71972/files/wavelet.pdf (дата обращения: 29.11.2013).

2. *Дремин И. М., Иванов О. В., Нечитайло В. А.* Вейвлеты и их использование // Успехи физ. наук. – 2001. – Т. 171, № 5. – С. 465–501. – URL: http://ufn.ru/ufn01/ufn01_5/Russian/r015a.pdf (дата обращения: 29.11.2013).

3. *Франченко Р. С., Коробейников А. В.* Уточнение связи формул межканальной декорреляции сигналов с вейвлетами Хаара // Информационные системы в промышленности и образовании : сб. тр. молодых ученых. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2011. – С. 44–47. – URL: http://files.izhtelemed.ru/articles/2011_article_2_blogs_izhtelemed_ru_kav.pdf (дата обращения: 29.11.2013).

4. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов и др. – М. : Диалог-МИФИ, 2003. – 384 с. – URL: http://dfiles.ru/files/1716105 (дата обращения: 29.11.2013).

* * *

V. S. Smirnov, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
A. V. Korobeynikov, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Lossless image compression based on integral-valued Haar wavelets

A method is proposed for lossless image compression based on integral-valued Haar wavelets and Fibonacci variable-length codes in order to increase the compression coefficient.

Keywords: lossless image compression, integral-valued Haar wavelets, Fibonacci variable-length codes

Получено: 13.11.13

УДК 681.527

П. И. Степанов, аспирант, старший преподаватель;
С. В. Лагуткин, кандидат технических наук, доцент;
Новоуральский технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Ю. Р. Никитин, кандидат технических наук, доцент
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

КОМПЛЕКСНАЯ ТОКОВАЯ И ВИБРОДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рассматривается диагностика электромеханической системы, которая включает в себя анализ потребляемого тока приводного электродвигателя и вибродиагностику. Разработан программно-аппаратный комплекс диагностики с использованием оборудования National Instruments. Приведен алгоритм работы системы диагностики. Приведены результаты экспериментов по определению технического состояния электромеханической системы.

Ключевые слова: токовая диагностика, вибродиагностика, электромеханическая система

Введение

В настоящее время повышается актуальность оценки технического состояния механических и электрических узлов сложных технических систем. Для решения данной задачи необходимы комплексные системы диагностики, осуществляющие поиск неисправностей, а также позволяющие предупреждать об их возникновении. Вопросам диагностики посвящено большое количество исследований, в том числе работы [1–6].

Использование систем диагностирования в автоматизированном производстве позволяет:

– увеличить производительность электромеханической системы за счет более полного использования ресурса машины;

– повысить надежность работы системы в целом за счет своевременной замены детали или всего узла;

© Степанов П. И., Лагуткин С. В., Никитин Ю. Р., 2013

– прогнозировать наступление предельного состояния и предотвращать наступление вторичных отказов.

Цель работы – на основе определенных диагностических параметров установить техническое состояние элемента системы.

Данный подход обладает следующими неоспоримыми преимуществами:

– своевременное выявление неисправностей и определение зарождающихся дефектов;

– возможность определения остаточного ресурса работы узлов системы;

– определение периодов и содержания ремонтных работ, а также контроль качества их выполнения;

– значительное сокращение стоимости обслуживания оборудования;

– продление межремонтного периода и срока службы оборудования;

– уменьшение вероятности внезапных поломок оборудования и внеплановых остановок производства.

Разработка структуры системы комплексной диагностики

Для проведения комплексной диагностики разрабатываемая система должна включать в себя набор высокопроизводительных аппаратных средств, имеющих возможность быстрого реконфигурирования под необходимое оборудование [1]. Это достигается путем использования универсальных устройств с возможностью программирования их под нужные задачи.

Одним из наиболее удачных устройств для поставленных целей является оборудование компании National Instruments Corp., в частности приборы NI PXI (PCI eXtensions for Instrumentation (PXI)) [7].

Основным достоинством данных устройств является модульность, что позволяет путем выбора необходимых приборов прийти к рациональному и универсальному решению задач диагностики.

В своем составе система диагностики имеет встраиваемый контроллер, управляемый программным обеспечением LabVIEW.

При помощи данных средств возможно организовать как высокопроизводительный сбор данных, так и обработку полученной информации. Человеко-машинный интерфейс реализуется виртуальным пультом (далее ВП), на котором отображается вся необходимая информация о работе системы диагностики, а также состояние диагностируемого оборудования. Структурная схема системы диагностики приведена на рис. 1.

Блок сбора информации с датчиков диагностических параметров представляется в виде универсального высокоскоростного 16-битного модуля ввода-вывода NI PXI-6254. Датчики подключаются непосредственно к соединительному блоку NI SCB-68.

В разрабатываемой системе комплексной диагностики используются вибропреобразователи и датчики тока. Для выявления самых «горячих» узлов возможно применение датчиков температуры.

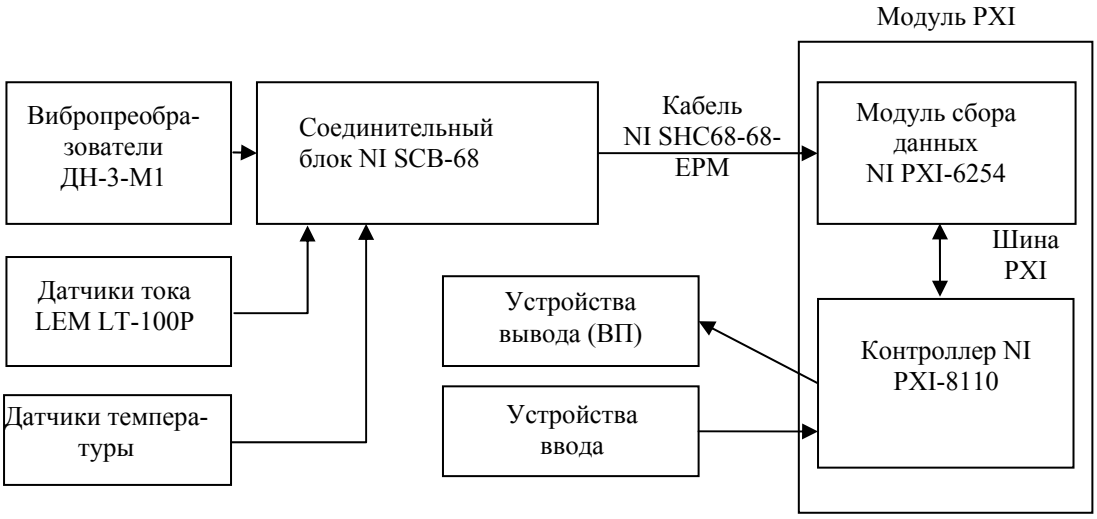

Рис. 1. Структурная схема системы диагностики

Алгоритм сбора и обработки данных

Для решения поставленной задачи необходимо обрабатывать следующую информацию:

– осциллограммы;

– спектры;

– тренды.

Для определения работоспособности системы диагностики в качестве объекта был выбран подшипник качения. В соответствии с этим разработан алгоритм определения состояния подшипника и прогнозирования отказа:

1. Снятие с вибропреобразователя осциллограммы виброускорения (зависимость амплитуды виброускорения от времени).
2. Расчет осциллограммы виброскорости путем интегрирования (зависимость амплитуды виброскорости от времени).
3. Построение спектра виброскорости.
4. Выделение полос частот.

5. Сравнение уровней виброскорости с установленными нормами, заданными в ГОСТ Р ИСО 13373-1–2009 «Контроль состояния и диагностики машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 1. Общие методы» для данного подшипника качения.

6. Если полученные значения выходят за рамки нормы, то происходит измерение сигналов с датчиков электрического тока обмоток приводного двигателя и температуры подшипника.

7. Выявление частоты и величины модуляции сигнала электрического тока обмоток приводного двигателя, вызванной пульсацией момента в неисправном подшипнике.

8. Сравнение температуры подшипника с номинальным значением для данного режима работы.

9. Получение тренда вибрации подшипника качения (равен среднему значению виброперемещения за определенный промежуток времени).

10. Анализ скорости изменения полученного тренда.

11. Принятие решения о состоянии подшипника.

Результаты экспериментов и выводы

Тестирование программы проводилось на тестовом стенде, состоящем:

– из асинхронного двигателя П-22 мощностью 1 кВт и синхронной частотой вращения 1 500 об/мин;

– ременной передачи;

– вала с двумя подшипниками качения с диаметром внутреннего кольца 77 мм.

Датчик устанавливается непосредственно вблизи подшипника качения в соответствии с ГОСТ Р ИСО 13373-1–2009. При работе оборудования с помощью модуля NI PXI и разработанного ВП снимаются показания с вибропреобразователя, после чего производится анализ полученных данных.

На рис. 2–4 приведены осциллограммы и спектр сигнала, полученные при помощи модуля NI PXI.

В результате тестирования не было замечено превышение среднего значения амплитуды колебаний.

Наблюдая за трендом сигнала в течение 6 часов, можно сделать вывод, что его увеличения не произошло. Таким образом, исследуемый подшипник не имеет ярко выраженных дефектов.

Были проведены исследования подшипника с дефектами на внутреннем кольце качения (рис. 5–6).

Получены результаты диагностирования подшипника качения с внесенным дефектом с помощью виртуального прибора. На рис. 7 показан спектр подшипника качения с дефектом.

На рис. 4 изображен график тренда вибросигнала за 6 часов.

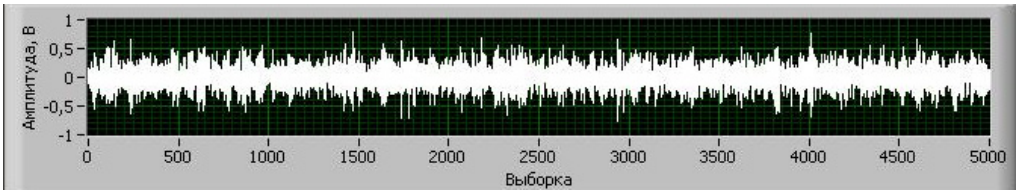

Рис. 2. Осциллограмма вибросигнала

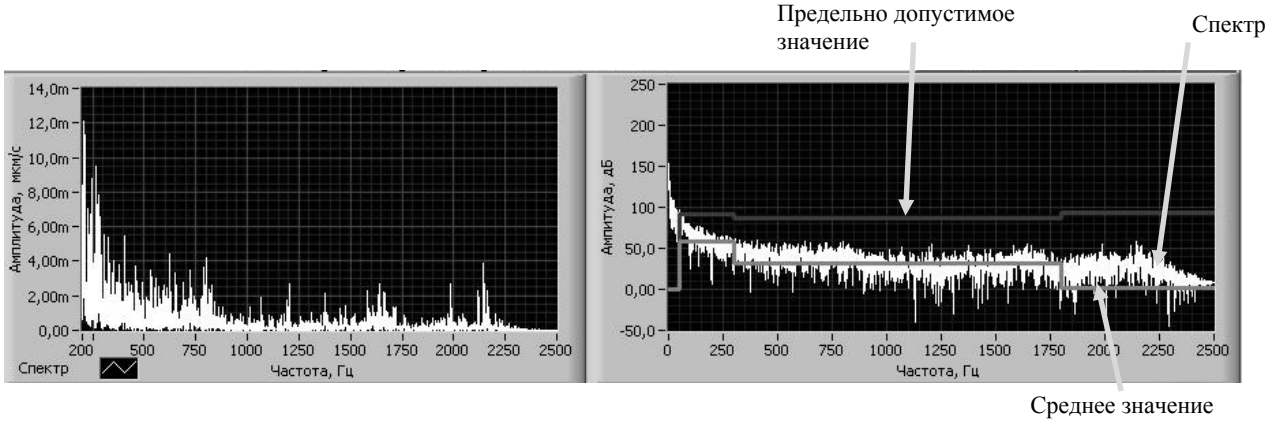

Рис. 3. Спектр вибросигнала

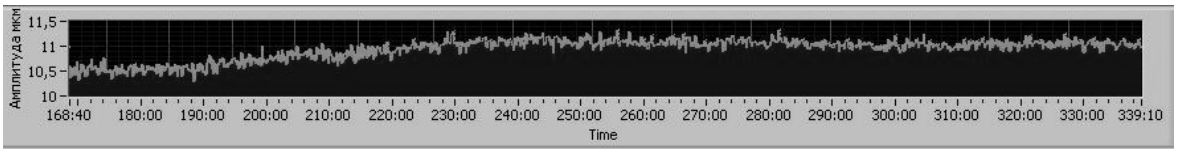

Рис. 4. Тренд вибросигнала

Рис. 5. Подшипник качения без дефекта

Рис. 6. Подшипник качения с дефектом

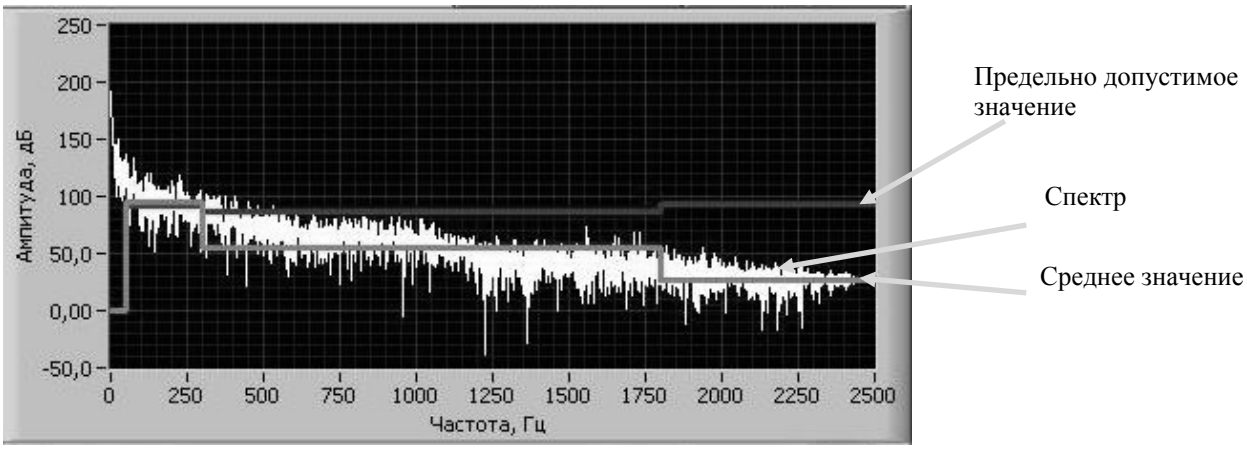

Рис. 7. Спектр подшипника качения с дефектом

На рис. 7 видно, что произошло превышение среднего значения виброскорости в низкочастотной полосе.

Результаты средних значений спектра виброскорости исправного подшипника и подшипника с дефектом показаны в таблице.

Средние значения исправного и дефектного подшипников

Полоса частот	Средние значения спектра виброскорости	
	Подшипник качения без дефекта, дБ	Подшипник качения с дефектом, дБ
Полоса низких частот (50–300 Гц)	59,1	95,42
Полоса средних частот (300–1800 Гц)	32,44	54,8
Полоса высоких частот (1800–10000 Гц)	1,7	32,4

Из таблицы видно, что среднее значение спектра виброскорости в низкочастотной полосе увеличилось на 36,32 дБ, в среднечастотной полосе на 22,36 дБ, в высокочастотной полосе на 30,7 дБ.

Анализ тока приводного двигателя, вращающего вал с дефектным подшипником, показал периодическое увеличение потребляемого тока электродвигателя на фазе А на 30 % и возникновение модуляции тока вследствие возрастания момента сопротивления, что объясняется дефектом в подшипнике качения (рис. 8).

В разработанном ВП имеется также возможность измерения текущей температуры диагностируемого узла. Интерфейс ВП приведен на рис. 9.

Данный ВП позволяет также вести протокол процесса диагностики. Имеется возможность в любое время открыть и оценить график тренда вибросигнала, что позволит оператору увидеть, как изменялось состояние узла по истечении достаточно продолжительного времени.

Тестирование виртуального прибора показало его возможность определять состояние узлов электромеханических систем.

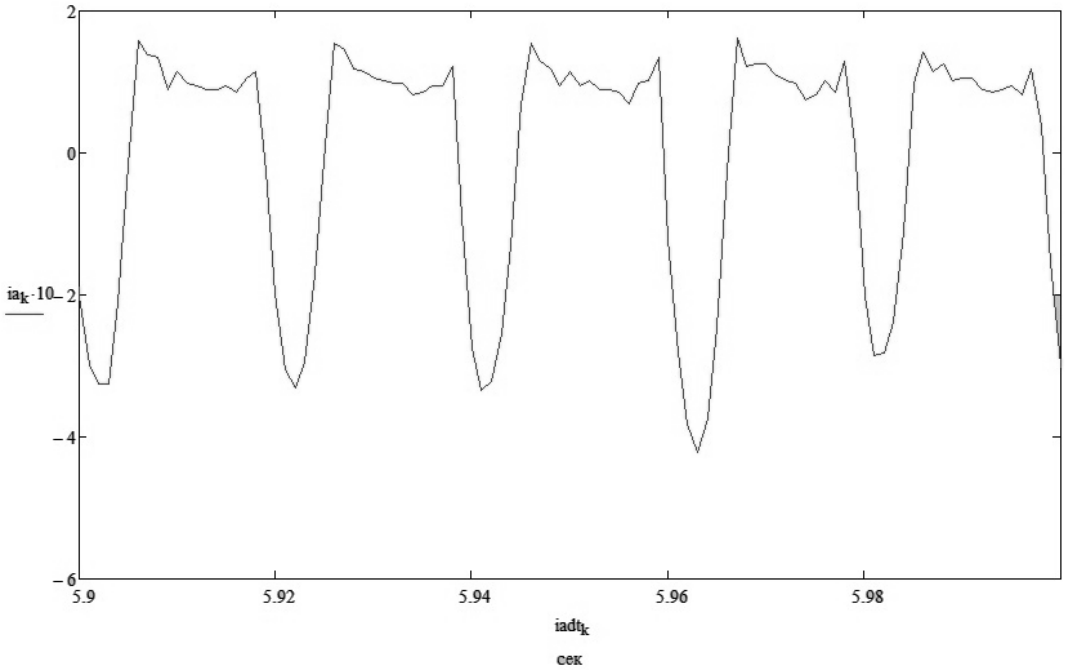

Рис. 8. Осциллограмма тока приводного двигателя (фаза А)

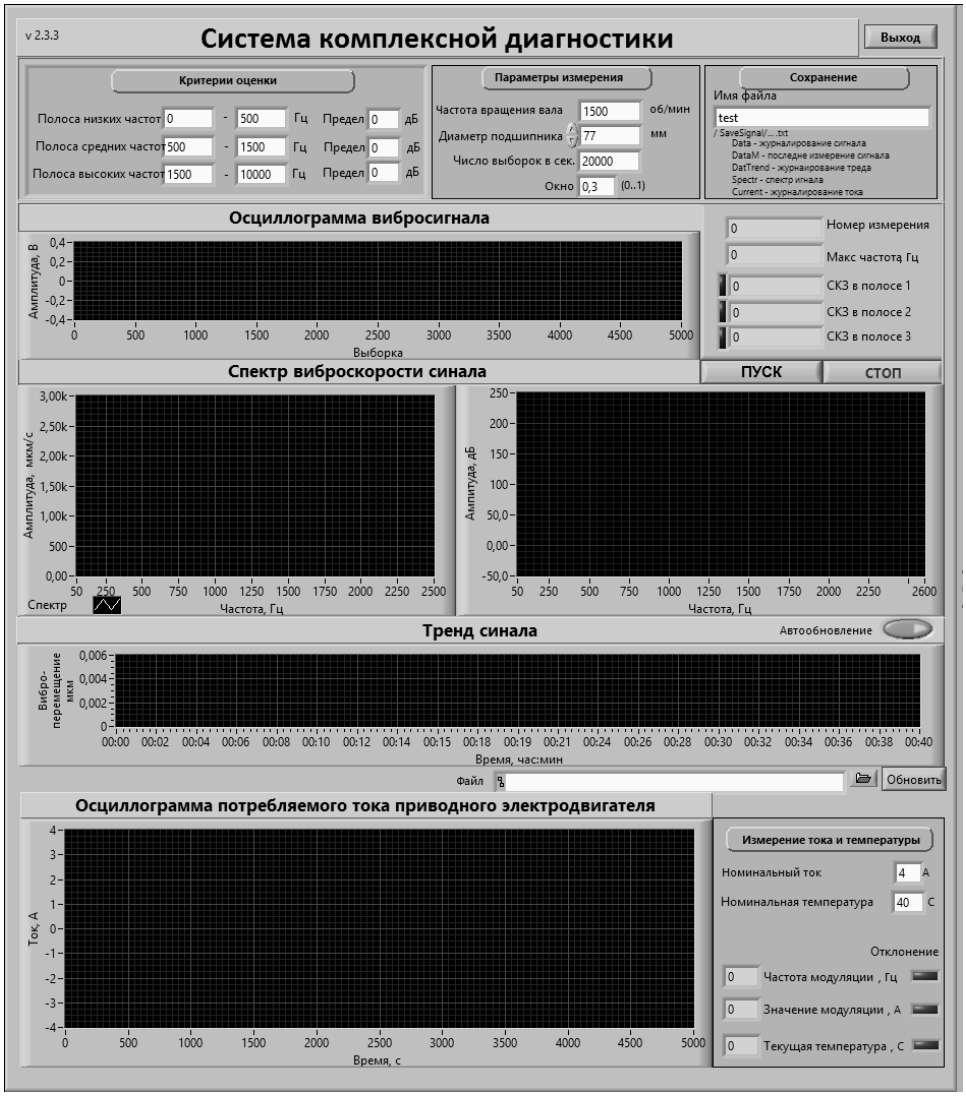

Рис. 9. Виртуальный прибор системы комплексной диагностики подшипника качения

Заключение

Система диагностики, построенная на оборудовании National Instruments, в частности, с использованием модульных приборов NI PXI, позволяет производить широкий спектр действий – от сбора данных, их обработки до выдачи итогового результата о состоянии диагностируемого объекта.

Кроме того, на базе среды программирования LabVIEW создан виртуальный прибор системы комплексной диагностики подшипника качения с «дружелюбным» пользовательским интерфейсом, с максимумом возможностей как для оператора, производящего сам процесс диагностики, так и для эксперта (наладчика), осуществляющего поддержку, настройку и проверку системы.

Разработанная система обладает достаточно высокой гибкостью и реконфигурируемостью. Ее можно легко перенастроить под диагностику другого оборудования. Выбранное аппаратное обеспечение позволяет значительно увеличить количество датчиков диагностических параметров, что дает возможность получать информацию со всех узлов электромеханической системы. Это важно, если мы имеем дело с «большими» техническими системами и особо ответственными машинами.

Библиографические ссылки

1. *Степанов П. И.* Разработка модели системы комплексной диагностики электромеханического привода // Инновационные технологии и экономика в машиностроении : сб. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. с элементами науч. шк. для молодых ученых : в 2 т. / Юрг. технол. ин-т. − Томск : Изд-во Том. политехн. ун-та, 2012. − Т. 1. – С. 341–344.

2. Вибродиагностика, триботехника, вибрации и шум : монограф. сб. материалов семинара 7-й Междунар. науч.-техн. конф. «Социально-экономические и экологические проблемы лесного хозяйства» / Урал. гос. лесотехн. ун-т ; под ред. А. А. Санникова и Н. В. Куцубиной. – Екатеринбург, 2009. – 416 с.

3. *Никитин Ю. Р., Абрамов И. В.* Информационные процессы в устройствах диагностирования мехатронных систем // Интеллектуал. системы в пр-ве. – 2011. – № 1. – С. 206–215.

4. *Никитин Ю. Р., Абрамов И. В*. Диагностирование мехатронных систем : учеб. пособие. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2011. – 116 с.

5. *Никитин Ю. Р., Абрамов И. В.* О построении системы диагностирования станков с ЧПУ // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2011. – № 4. – С. 32–35.

6. *Санников А. А., Куцубина Н. В.* Техническая диагностика машин и оборудования // Подготовка кадров и эффективность производства. Предприятие – ВУЗ. Опыт многолетнего сотрудничества : монограф. сб. / М-во образования и науки РФ, Урал. гос. лесотехн. ун-т ; [под ред. А. А. Санникова, Н. В. Куцубиной, Л. В. Фисюк]. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2013. – С. 263–280.

7. National Instruments Россия, СНГ и Балтия. – URL: http://russia.ni.com/ (дата обращения: 25.10.2013).

* * *

P. I. Stepanov, Post-graduate, Senior Lecturer, Novouralsk Institute of Technology – branch of the State educational institution of higher professional education "National Research Nuclear University “MEPhI”

S. V. Lagutkin, PhD in Engineering, Associate Professor, Novouralsk Institute of Technology – branch of the State educational institution of higher professional education "National Research Nuclear University “MEPhI”

Yu. R. Nikitin, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Integrated current and vibration diagnostics of electromechanical systems

The paper covers the diagnostics of an electromechanical system. This system includes vibration diagnostics and analysis of the consumed current of the driven electric motor. Hardware and software diagnostic complex is developed using the National Instruments equipment. The algorithm of the diagnostic system operation is given. Experimental results on determining the technical state of the electromechanical system are presented.

Keywords: current diagnostics, vibration analysis, electromechanical system

Получено: 29.10.13

УДК 681.518.3

Р. О. Султанов, ведущий инженер-программист;
М. В. Данилов, кандидат технических наук, доцент, докторант
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

АЛГОРИТМЫ УСТРАНЕНИЯ ПОМЕХ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СКАН-ОБРАЗОВ КАРОТАЖНЫХ КРИВЫХ

Описаны алгоритмы, предназначенные для обработки скан-образов каротажных кривых с целью устранения помех. Программная реализация алгоритмов может применяться как компонент интеллектуальных информационных систем, а также как отдельный инструмент для обработки скан-образов каротажных кривых с целью устранения помех сканирования. Определены критерии выделения помех, математический аппарат и алгоритмы коррекции изображения на скан-образе. Приведен пример работы алгоритма коррекции на тестовом образце каротажной диаграммы.

Ключевые слова: каротажная диаграмма, скан-образ, коррекция сканирования

© Султанов Р. О., Данилов М. В., 2013