

УДК 004.42

Т.В. КИПРИЧ, В.Н. ХАРИТОНОВ

ГП ЗМКБ “Прогресс” им. академика Ивченко, Запорожье, Украина

СПОСОБ АВТОМАТИЗАЦИИ АНАЛИЗА ВИБРОСИГНАЛОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ ГТД

Предложен способ автоматизации анализа вибросигналов для оценки технического состояния узлов ГТД в программно-аппаратном комплексе (ПАК) «WinПОС». Модуль, встроенный в ПАК «WinПОС», позволяет диагностировать возникновение неполадок в работе двигателя, благодаря предварительной фильтрации вибросигналов, расчету дистанций и углов по различным направленностям в пространстве, а также визуальному представлению для исследования в 3D плоскости траектории вала в подшипнике. Результаты проведенных расчетов по диагностике состояния узлов двигателя были получены по данным стендовых испытаний ТВД ТВЗ-117ВМА-СБМ1.

Ключевые слова: ГТД, «WinПОС», вибросигнал, фильтрация, автоматизация, диагностика.

Введение

Одним из ведущих продуктов в области обработки измерительной информации с помощью стандартных математических и статистических алгоритмов является ПАК «WinПОС» [1]. Данный пакет позволяет произвести анализ нестационарных, динамических процессов, в том числе и вибрационных.

Стандартными алгоритмами виброанализа, реализованными в среде «WinПОС» являются:

- последовательная обработка (тренды),
- СКЗ в полосе,
- расчет АФЧХ,
- вибропаспорт,
- диаграмма Кэмпбелла,
- порядковый анализ в 3D.

При обработке перечисленных алгоритмов выбранный пользователем временной диапазон сигнала разбивается на целое число участков, длина которых одинакова и определяется либо пользователем, либо тахосигналом [2]. Таким образом, в среде отсутствует групповая функция для применения математических алгоритмов к различным временным участкам вибросигнала. Кроме того, в ПАК «WinПОС» для представления данных в 3-х мерном графике, вибросигнал должен иметь соответствующий 3D формат. В случае, когда измерительная информация по каждой из координат X, Y, Z записана в отдельном сигнале, возможность визуального анализа (например, траектории вала в подшипнике) в 3-х мерной плоскости отсутствует. Поэтому, для решения задач вибродиагностики в ПАК «WinПОС» требуется разработка соответствующего модуля, подключаемого в виде динамической библиотеки».

Постановка задачи

Для повышения достоверности оценки вибрационного состояния машин роторного типа, разработать способ автоматизации виброанализа в ПАК «WinПОС» к различным временным участкам 3-х мерных вибросигналов.

1. Описание алгоритма для автоматизации анализа вибросигналов

С помощью интерфейса вызова математических алгоритмов разработчик получает возможность использовать в программе большинство функций и процедур среды «WinПОС». При этом во время их вызова, по отношению к динамической библиотеке, «WinПОС» будет локальным сервером, поэтому дополнительные временные задержки на выполнение расчетов будут минимальны. Таким образом, на практике пользовательские алгоритмы по быстродействию не будут уступать встроенным [2]. Рассмотрим алгоритм для автоматизации анализа вибросигналов в ПАК «WinПОС», который использует основные преимущества встроенных в среду математических алгоритмов.

Этап 1. Выбор источника исследования: из дерева сигналов «WinПОС» выбираем данные, соответствующие координатам X, Y, Z.

Этап 2. Разбиение вибросигнала на ряд поддиапазонов в соответствии с характеристиками исследуемого узла.

Этап 3. Задание для каждого временного участка диапазонов фильтрации вибросигнала. При этом используемые рекурсивные фильтры имеют следующие параметры:

- тип аппроксимации: фильтр нижних частот, полосовой фильтр и фильтр верхних частот;
- вид фильтра: Баттлерворта, Чебышева, эллиптический фильтр;
- количество двухполюсников (1..20);
- неравномерность в полосе пропускания (1..5);
- верхняя и нижняя частота среза;
- частота опроса.

Этап 4. Расчет дистанций и / или углов в пространстве между различными узлами двигателя для сигналов, отфильтрованных на этапе 3. Местоположение расчетного угла Θ , относительно расположения в пространстве узлов VP (ВП), Z13 и ST (СТ) указано на рис. 1.

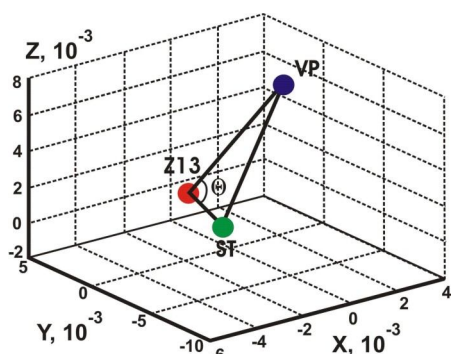


Рис. 1. Местоположение угла Θ , образованного направляющими узлов VP, Z13 и ST

Этап 5. Расчет статистических характеристик и огибающей вибросигналов.

Этап 6. Визуальный анализ вибрационного состояния машин роторного типа на основе отфильтрованных вибросигналов в 3D плоскости.

2. Экспериментальные результаты

Рассмотрим пример обработки модуля вибродиагностики состояния узлов ГТД на основе данных по траекториям перемещения вала в подшипнике, полученных в результате испытаний двигателя ТВД ТВЗ-117ВМА-СБМ1.

Для рекурсивной фильтрации вибросигналов был выбран полосовой фильтр Чебышева 15-го порядка. В таблице 1 указаны нижние (F1) и верхние (F2) частоты среза фильтра для различных временных интервалов исследуемых подшипниковых узлов СТ, ВП и Z13 заднего редуктора двигателя.

Таблица 1
Частотные диапазоны фильтрации исследуемых подшипниковых узлов ГТД

Узел	Диапазон фильтрации	
	F1, Гц	F2, Гц
СТ	267	269
Z13	124	127
ВП	241,5	244,5

На основе вышеперечисленных параметров с помощью модуля автоматизации анализа вибросигналов были получены следующие характеристики подшипниковых узлов [3]:

- траектории перемещения валов в подшипниковых узлах шестерен заднего редуктора. На рис. 2, 3 представлены полученные фрагменты работы узлов СТ, ВП, Z13;

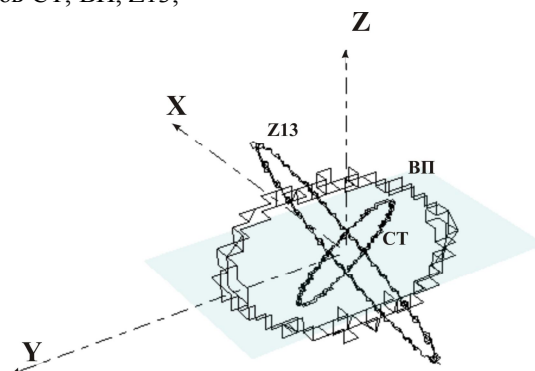


Рис. 2. Фрагмент бездефектной работы узлов двигателя: СТ, ВП, Z13

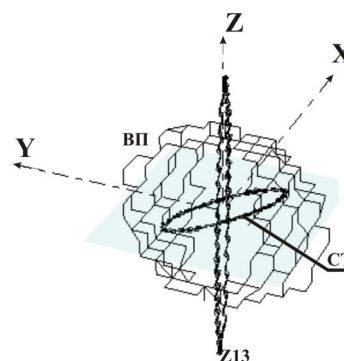


Рис. 3. Дефектная работа узла ВП относительно правильной работы узлов СТ и Z13

- графики отклонений (дистанций) межцентровых расстояний и угловых положений центров шестерен заднего редуктора. Данные приведенные на рис. 4, 5 получены для траекторий перемещения валов в подшипниковых узлах ВП, СТ и Z13 согласно рис. 3.

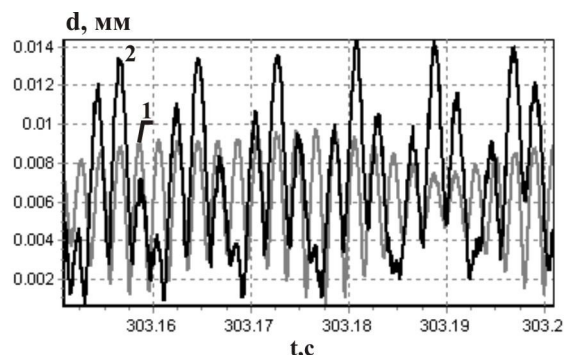


Рис. 4. Изменение отклонений межцентровых расстояний шестерен заднего редуктора:
1 – между узлами СТ и Z13;
2 – между узлами Z13 и ВП

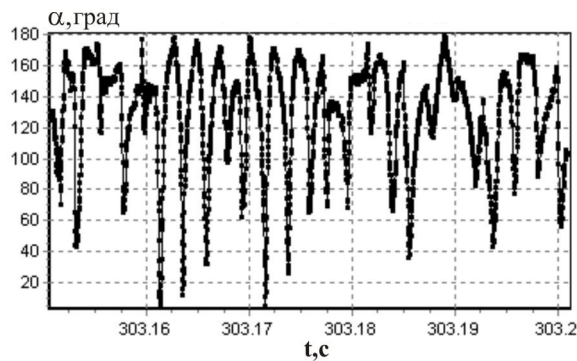


Рис. 5. Изменение угловых положений центров шестерен ВП, СТ и Z13 заднего редуктора

Заключение

Созданный программный продукт позволяет ускорить обработку экспериментальных данных и достаточно хорошо дает визуальное представление для

дальнейшей оценки технического состояния подконтрольного изделия, а также для принятия решения о его дальнейшей эксплуатации.

Литература

1. WinПОС. Пакет обработки сигналов. Руководство пользователя (3.0). – Королев: НПП “Мера”, 2010. – 198 с.
2. WinПОС. Пакет обработки сигналов. Руководство программиста (3.0). – Королев: НПП “Мера”, 2010. – 80 с.
3. Неразрушающий контроль: справочник в 8 т. Т.7: в 2 кн. / под общ. ред. Клюева В.В. – М.: Машиностроение, 2006. – 829 с.; Кн. 1: Иванов В.И. Метод акустической эмиссии / В.И. Иванов, И.Э. Власов – 340 с.; Кн. 2: Вибродиагностика / Ф.Я. Балицкий и др. – 487 с.

Поступила в редакцию 31.05.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. С.В. Елифанов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

СПОСІБ АВТОМАТИЗАЦІЇ АНАЛІЗУ ВІБРОСИГНАЛІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВУЗЛІВ ГТД

Т.В. Кіпріч, В.М. Харітонов

Запропоновано спосіб автоматизації аналізу вібросигналів для оцінки технічного стану вузлів ГТД в програмно-апаратному комплексі (ПАК) «WinПОС». Умонтований до «WinПОС» модуль дозволяє діагностувати виникнення неузгодженостей у роботі двигуна, завдяки попередній фільтрації вібросигналів, розрахункам дистанцій та кутів по різних напрямленостям у просторі, а також візуальному представленню для дослідження у 3D площині траєкторії вала в підшипнику. Результати проведених розрахунків до діагностики стану вузлів двигуна отримані за даними стендових іспитів ТВД ТВ3-117ВМА-СБМ1.

Ключові слова: ГТД, «WinПОС», вібросигнал, фільтрація, автоматизація, діагностика.

THE TOOL OF THE VIBRO SIGNALS ANALYSIS AUTOMATION FOR TECHNICAL CONDITION ESTIMATION OF THE GAS-TURBINE ENGINE COMPONENTS

T.V. Kiprich, V.N. Kharitonov

The tool of the vibrosignals analysis automation for technical condition estimation of gas-turbine engine components in a hardware-software complex (HSC) «WinPos» is offered. The module was built in «WinPos». It allows diagnosing occurrence of fault in engine work, since to a previously vibrosignals filtration, calculation of distances and corners on various orientations in space, and also to visual representation for research in 3D planes of the trajectory of the shaft in the bearing. Results of given calculations on condition diagnostics of the engine components have been received according to block test of TPE TV3-117VMA-SBM1.

Key words: GTE, «WinPos», vibrosignal, filtration, automation, diagnostics.

Кіпріч Татьяна Витальевна – канд. техн. наук, інженер-программіст ГП «Івченко-Прогрес», Запоріжжє, Україна, e-mail: aviafriend@gmail.com.

Харітонов Виктор Николаевич – інженер-конструктор ГП «Івченко-Прогрес», Запоріжжє, Україна, e-mail: 03510@ivchenko-progress.com.