

УДК 629.12.05:594.647

Бритова Юлия Александровна, аспирант кафедры точного приборостроения ТПУ.

E-mail: tps@tpu.ru

Область научных интересов: электромеханические исполнительные органы систем ориентации и стабилизации космических аппаратов.

УРОВЕНЬ СОВРЕМЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Ю.А. Бритова

Томский политехнический университет

E-mail: tps@tpu.ru

Уровень развития современной измерительной техники позволяет проводить анализ вибрации электромеханических исполнительных органов космической техники более качественно. Осуществляя диагностический контроль вибрации, возможно,

проводить оценку соответствия конструкции электромеханических исполнительных органов предъявляемым требованиям.

Ключевые слова:

Измерительная техника, виброизмерительный преобразователь, частотный диапазон.

Достоверность результатов решения задач динамической точности космического аппарата (КА) существенным образом зависит от достоверности определения вибрационных характеристик основных его элементов.

Пространственная ориентация и стабилизация положения большинства КА осуществляется посредством электромеханических исполнительных органов (ЭМИО), которые предназначены для формирования управляющих динамических и гироскопических моментов по осям стабилизации КА.

Экспериментальная отработка является естественным продолжением проектирования ЭМИО. Однако она является не только конечным звеном, но и самым тесным образом переплетается с этапами проектирования. При проектировании каждого ЭМИО учитываются не только теоретические предпосылки, но также и опыт создания других ЭМИО, опыт их отработки, результаты проведенных при этом исследований. Однако этого опыта подчас оказывается недостаточно, особенно при проектировании новых изделий, существенно отличающихся от существующих и по объему и уровню решаемых задач, и по предъявляемым к ним требованиям, выполнение которых далеко не всегда возможно с помощью известных, хорошо отработанных схемных и конструктивных решений [1].

Уровень современного технического развития измерительных систем позволяет более качественно осуществлять диагностический контроль вибрации ЭМИО как в рабочем, так и в не рабочем состоянии.

В диагностический контроль вибрации входят вибрационный мониторинг, т. е. наблюдение за развитием вибрационного состояния объекта, мониторинг изменений состояния работающего объекта с использованием сигналов вибрации, вибрационная диагностика с идентификацией обнаруженных неисправностей и дефектов, и прогноз состояния по результатам однократной диагностики или мониторинга развития дефектов.

Для решения задач контроля вибрации, а также для ее анализа сегодня выпускается большое количество измерительных систем – от простейших виброметров до сложнейших систем мониторинга и диагностики [2, 3].

Виброметр – это прибор, предназначенный для контроля и регистрации виброскорости, виброускорения, амплитуды и частоты синусоидальных колебаний различных объектов.

Виброметр при каждом измерении определяет только один интегральный параметр вибрации и показывает его на цифровом дисплее. Некоторые современные виброметры приведены в табл. 1.

Таблица 1. Виброметры

Наименование виброметра, внешний вид, изготовитель	Основные технические характеристики
Вибротест-МГ4.03 	Диапазон измерения частоты, Гц 5...10000 Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения амплитуды, виброскорости и виброускорения, % ± 3
Виброметр-К1 	Рабочий диапазон частот, Гц 10...1000 Неравномерность АЧХ, % не более 10
Агат-М 	Частотный диапазон, Гц 2...10000 Количество линий спектра: 100, 200, 400, 800
ЯНТАРЬ-М 	Диапазон частот, Гц: 5...10 000 Количество измерительных каналов 1
ОПАЛ 	Диапазон частот, Гц: 10...10 000 Количество измерительных каналов 1

Для расширения диагностических возможностей мониторинга на смену простейшим технологиям приходят современные анализаторы спектров. Преимущество таких систем становится очевидным при возникновении новых задач, решить которые можно путем лишь незначительного расширения системы, приобретая дополнительные датчики, модули или программное обеспечение.

Анализатор вибросигналов может преобразовывать, показывать на своем графическом экране и записывать в память временные выборки – форму сигнала вибрации, спектры сигналов и т. д. Функции виброметра всегда включены в функции анализатора и составляют малую часть возможностей анализатора.

Анализаторы сигналов применяются для измерения и анализа шумов и вибраций в самых различных областях техники. Прежде всего, это исследования и контроль разнообразных двигателей, подшипников, выявление их резонансных частот с целью предотвращения разрушений [4].

Современные анализаторы сигналов и их основные технические характеристики как российских, так и зарубежных производителей представлены в табл. 2.

Для проведения испытаний и измерений в настоящее время широко применяются разнообразные виды акселерометров (виброизмерительные преобразователи – ВИП). Данные приборы, называемые иначе датчиками вибрации, имеют встроенную электронику ICP стандарта, позволяющую получать достоверные данные в процессе испытаний и исследований.

Таблица 2. Анализаторы сигналов

Наименование системы, производитель	Основные технические характеристики
Атлант-8 	Частота опроса каналов при регистрации сигналов, Гц: 5...20 000 Частотное разрешение получаемых спектров, линий: 100–3200
ТОПАЗ 	Частотный диапазон, Гц 0,3...40 000 Погрешность измерений, % < 5
ОНИКС 	Частотный диапазон, Гц 0,5...40 000 Погрешность измерений, % < 5
PULSE 3560D 	Частотный диапазон, Гц 0 до $25,6 \cdot 10^4$ Динамический, дБ 130 Погрешность измерений, дБ $\pm 0,1$
LMS SCADAS Mobile 	Частотный диапазон, Гц 0 до $20,48 \cdot 10^4$ Динамический, дБ 138 Погрешность измерений, % $\pm 0,2$

Данные устройства сочетают высокие значения собственной частоты, ударной стойкости и осевой чувствительности со встроенным предусилителем и низким собственным шумом.

ВИП предназначены для преобразования механических колебаний, импульсных и ударных механических воздействий в пропорциональный им электрический сигнал.

Развитие электроники позволило создать миниатюрные ВИП, посредством которых возможно оценить вибрацию в недоступных ранее участках.

В табл. 3 представлены современные трехкомпонентные ВИП компании.

При проведении испытаний ЭМИО необходимо оценивать уровень вибрации не только на номинальной угловой скорости его вращения, но также и в режимах разгона и выбега. Для этого и применяются современные анализаторы спектра, позволяющие получить полную вибрационную характеристику ЭМИО.

На рисунке приведена общая спектральная характеристика ЭМИО, полученная в режиме его разгона [5].

Таблица 3. Современные ВИП

Тип датчика	Изображение	Характеристики			
		Чувствительность	Частотный диапазон	Амплитудный диапазон, g (пик)	Масса, г
340A50		2,7 пКл/г	до 8 кГц	$\pm 1\,000$	11
356A71		10 пКл/г	до 7 кГц	± 500	22,7
356A01		5 мВ/г	от 2 до 8 000 Гц	$\pm 1\,000$	1
356B20		1 мВ/г	от 2 до 7 000 Гц	± 500	4
356A30		5 мВ/г	от 0,5 до 7 000 Гц	$\pm 1\,000$	4,5
356A15		100 мВ/г	от 1,4 до 6 500 Гц	± 50	10,5

Анализ данной характеристики позволяет выявить изменения уровня угловой скорости вращения ЭМИО, резонансные частоты, частоты дефектов шарикоподшипникового узла, конструкционные частоты.

С учетом полученных характеристик на этапе экспериментальной отработки конструкции опытного образца ЭМИО возможно внести конструктивные изменения для получения конструкции, соответствующей предъявляемым требованиям.

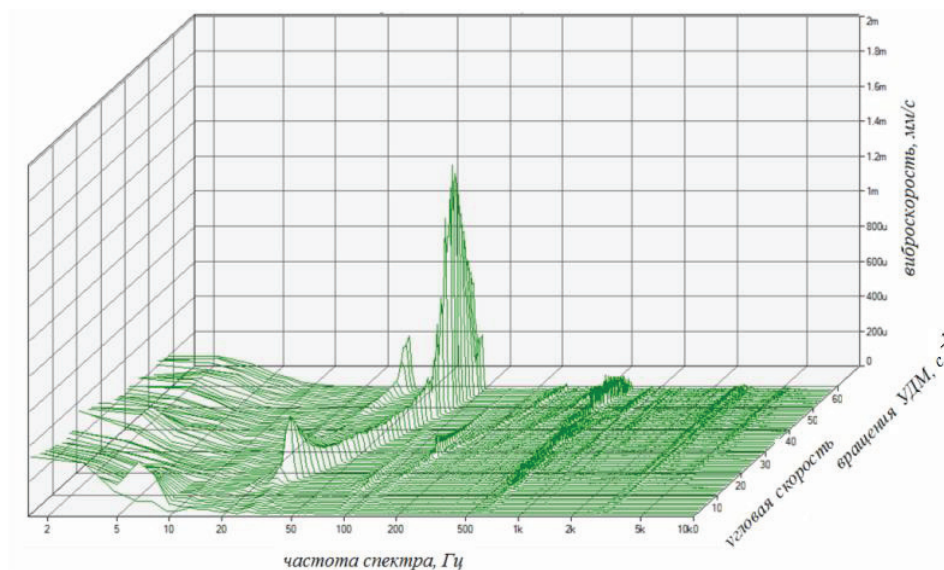


Рисунок. Спектр вибрации ЭМИО

Вывод:

Уровень технического развития измерительной техники позволяет повышать качество ЭМИО систем ориентации КА на этапе отработки, прогнозировать уровень развития дефектов шарикоподшипникового узла и оценивать его техническое состояние на предмет соответствия предъявляемым требованиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барков А.В., Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации. – СПб.: СПбГМТУ, 2004. – 156 с.
2. ГОСТ 25275-82 (СТ СЭВ 3173-81) Приборы для измерения вибрации вращающихся машин. – М.: Издательство стандартов, 1994. – 10 с.
3. ГОСТ 16819-71 Приборы виброизмерительные. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 8 с.
4. Ширман А.Р., Соловьев А.Б. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования. – М.: Наука, 1996. – 276 с.
5. Бритова Ю.А., Андросов В.Я., Дмитриев В.С. Вибрационный анализ динамических характеристик двигателей-маховиков // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 315. – № 2. – С. 167–172.

Поступила 13.07.2012 г.