

Рис. 8. Влияние уровня шума на динамический диапазон, при котором погрешность измерения резонансной длины волны ≤ 10 пм

На рис. 8 представлены результаты моделирования системы для различных уровней шумов, демонстрирующие, что зависимость динамического диапазона от уровня шумов не подчиняется линейному закону. Также из результатов моделирования видно, что в диапазоне 20...90 пВт характеристика системы фактически линейна и изменяется незначительно, что позволяет потенциально реализовать систему с частотой опроса датчиков 20...25 Гц с приемлемым динамическим диапазоном (10 дБ).

Из полученных результатов моделирования можно сделать выводы, что наиболее существенно на динамический диапазон влияют дискретность регистрации сигнала и шумы ФПУ.

Заключение

Проведенный анализ позволяет обосновать возможность создания измерительной системы на основе брэгговских решеток. К достоинствам таких систем следует отнести их высокую точность, высокую помехозащищенность и устойчивость к воздействию неинформативных влияющих факторов, относительно высокое быст-

родействие. Рассмотренная структурная схема с использованием усовершенствованного принципа калибровки обладает хорошими точностными характеристиками, что нашло подтверждение в испытании макетного образца. Проведенный анализ влияния различных факторов на динамический диапазон разработанной системы показал, что наиболее существенно на динамический диапазон влияют дискретность регистрации сигнала и шумы ФПУ. Предлагаемый тип датчиков может найти применение в области контроля состояния объектов инфраструктуры, таких как мосты, тоннели, трубопроводы, здания и сооружения различного назначения.

Список литературы

1. *Othonos A., Kalli K.* Fiber Bragg gratings: fundamentals and applications in telecommunications and sensing // London: Artech House. 1999.
2. *Васильев С.А.* Волоконные решетки показателя преломления и их применение // Квантовая Электроника. 2005. № 35.
3. *Ivanov V.S., Kravtsov V.E., Tikhomirov S.V.* Problems of metrological support of measurements in fiber-optic transmission systems // Proceedings of SPIE. Vol. 4900. 2002.
4. *Кульчин Ю.Н.* Распределенные волоконно-оптические датчики и измерительные сети. Владивосток: Дальнаука. 1999.
5. *Григорьев В.В., Митюрев А.К. и др.* Информационно-измерительные системы на основе волоконно-оптических датчиков для мониторинга состояния инфраструктурных объектов // Фотон-Экспресс. 2006. №5.
6. *Потапов В.Т.* Волоконно-оптические технологии в контрольно-измерительной технике // Там же. 2004. №37.
7. *Sophisticated Tools for Signal Recovery: Photoreceiver overview / FEMTO Messtechnik GmbH; Managing Director Steffen Prein; Messtechnik GmbH, Paul-Lincke-Ufer 34, D-10999 Berlin, Germany. 2005. http://femto.de*

Григорьев Василий Викторович, Митюрев Алексей Константинович — мл. научные сотрудники, Лазарев Владимир Алексеевич, Неверова Наталья Александровна — инженеры, Пнев Алексей Борисович — канд. техн. наук, мл. научный сотрудник, Тихомиров Сергей Владимирович — д-р техн. наук, ст. научный сотрудник, начальник лаборатории ФГУП "ВНИИОФИ". Контактный телефон (495) 781-45-85.

Датчики вибрации ИВД "ПРОСОФТ-СИСТЕМЫ"

П.И. Галаган, А.И. Елов (Инженерная компания ООО "Прософт-Системы")

Рассматриваются технические характеристики, функциональные, коммутационные и конструктивные особенности "интеллектуальных" датчиков измерения абсолютной и относительной вибрации, разработанных ООО "Прософт-Системы" (г. Екатеринбург). Рассматривается вариант комплексной системы контроля и диагностики, в составе которой используются данные датчики.

Ключевые слова: виброконтроль, "интеллектуальные" функции, диагностика, преобразователь механических колебаний в цифровую величину, виброскорость, виброперемещение.

Эффективное решение задач контроля вибрации невозможно без использования надежных многофункциональных датчиков. Современные требования, предъявляемые к таким устройствам, предполагают: наличие "интеллектуальных" функций, способность работы в агрессивных условиях окружающей среды, дистанционное конфигурирование устройств и пр. Инженерная компания ООО "Прософт-

Системы" предлагает линейку датчиков, удовлетворяющих приведенным требованиям. Конструктивно-технологические решения, заложенные в данные устройства, позволяют создавать полнофункциональные системы вибрационного контроля, защиты и диагностики турбоагрегатов, насосов, электродвигателей и другого оборудования, подверженного воздействию вибрации.

Датчики и аппаратура вибрационного контроля

Виброконтроль – наиболее быстрый и информативный вид диагностики, так как около 80 % дефектов, возникающих в агрегатах, может быть обнаружено с помощью отслеживания вибрации. Самый распространенный вид промышленного контроля вибрационного состояния агрегатов заключается в измерении величины среднеквадратического значения виброскорости в частотном диапазоне 10...1000 Гц и виброперемещения и сравнения с несколькими уставками согласно стандартам на основе ISO 2372, ISO 2373.

Преобразование механических колебаний в цифровую величину среднеквадратического значения виброскорости в частотном диапазоне 10...1000 Гц, и передача этой величины по интерфейсу RS-485 в контроллер осуществляются датчиком ИВД-3. Измерение относительной вибрации вала, виброперемещения и осевого сдвига осуществляются датчиком ИВД-2.

Датчик ИВД-3 производит измерение параметров вибрации по одному, двум или трем взаимоперпендикулярным направлениям и может работать как интеллектуальный выключатель оборудования (датчик-реле).

Датчик преобразует механические колебания основания:

- в токовый сигнал, пропорциональный мгновенному значению ускорения;
- в цифровой сигнал среднеквадратического значения (СКЗ) виброскорости;
- в дискретные сигналы при достижении пороговых значений виброскорости.

Датчик имеет несколько вариантов исполнения, отличающихся выходными сигналами (цифровыми, токовыми и дискретными) и числом чувствительных осей.

В максимальном варианте исполнения (ИВД-3-3) обеспечиваются контрольно-защитные и диагностические задачи одновременно по трем осям. Токовые сигналы, пропорциональные мгновенному значению виброускорения, могут быть использованы в системах вибродиагностики для определения спектральных составляющих вибрации.

Вариант исполнения ИВД-3Ц обеспечивает только измерительную функцию. Выходными сигналами датчика являются среднеквадратичные значения виброскорости по всем осям, которые передаются в цифровом виде по интерфейсу RS-485, протоколу Modbus RTU. Это позволяет включать датчик в любую систему автоматизации.

Вариант исполнения ИВД-3В является датчиком-реле. При достижении заданных критических значений вибрации по любой из осей датчик вырабатывает

дискретные выходные сигналы (предупредительный и аварийный). Коммутационная способность выходного каскада датчика рассчитана на срабатывание реле с управляющим напряжением 24 В и током до 100 мА. ИВД-3 имеет сертификат средств измерений RU.C.28.001.A № 30068.

Датчик конструктивно выполнен в виде моноблока с кабелем для внешних соединений (рис. 1), имеет исполнение по взрывозащите 1ExdIICT5X (взрывонепроницаемая оболочка) и может быть использован во взрывоопасных зонах.

Основные технические характеристики датчиков ИВД-3В

Диапазон цифрового измерения виброускорения, м ² /с.....	до 50
Диапазон цифрового измерения виброскорости, мм/с.....	<70
Диапазон токового сигнала виброускорения, мА.....	±20
Диапазон токового сигнала виброскорости, мА.....	±20
Основная погрешность измерения вибропараметров	
во всем частотном диапазоне, %.....	≤ 5
на базовой частоте 160 Гц, %.....	≤ 1
Напряжение питания, В.....	10...30
Рабочий температурный диапазон, °С.....	-40...85
Габаритные размеры корпуса, мм.....	55×50×50

Для применения датчиков в условиях Крайнего Севера были проведены испытания, подтвердившие возможность измерения вибрации в расширенном диапазоне 2...1000 Гц при температуре от -60 °С.

Датчик "ИВД-2" производит одновременные изме-

рения относительных перемещений объектов из электропроводящих материалов: статических (измерение зазора между торцом чувствительной части датчика и поверхностью объекта или осевого сдвига) и динамических (измерение амплитуды виброперемещения объекта относительно датчика). Датчик представляет единую конструкцию (рис. 2), объединяющую гильзу с чувствительным элементом – катушкой индуктивности на ее торце, и корпус, в котором установлены электронные компоненты. Длина гильзы определяется при заказе. ИВД-2 также имеет исполнение по взрывозащите 1ExdIICT5X (взрывонепроницаемая оболочка) и может быть использован во взрывоопасных зонах.

Датчик ИВД-2 имеет несколько вариантов исполнения, отличающихся выходными сигналами:

- токовый – мгновенное значение зазора/осевого сдвига,
- токовый – мгновенное значение перемещения,
- цифровой – СКЗ зазора/осевого

сдвига, RS-485, Modbus/RTU,

• цифровой – СКЗ перемещения, RS-485, Modbus/RTU,

• два дискретных при достижении пороговых значений зазора/осевого сдвига,

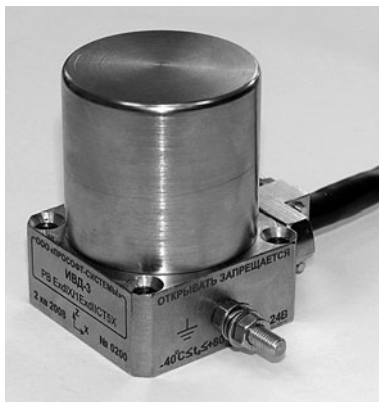


Рис. 1



Рис. 2

• два дискретных при достижении пороговых значений перемещения.

Вариант ИВД-2 с максимальным набором функций обеспечивает контрольно-защитные и диагностические задачи одновременно. При этом выходные сигналы могут быть как токовыми, так и цифровыми. Вариант ИВД2-Ц обеспечивает только контрольно-защитные задачи, выходные сигналы — цифровые. ИВД2-В — датчик-реле, выходные сигналы — дискретные, интерфейсная линия используется для изменения уставок.

Датчик ИВД-2 имеет сертификат средств измерений RU.C.28.001.A № 30062.

Основные технические характеристики датчиков ИВД-2

Диапазон измерения зазора/осевого сдвига, мм	0...6,0
Диапазон измерения виброперемещения, мкм	10...800
Диапазон токового сигнала зазора/ виброперемещения, мА	±20
Частотный диапазон изменения зазора/ виброперемещения, Гц	0...1,5/10...1000
Основная погрешность измерения зазора/виброперемещения во всем частотном диапазоне, %	≤ 2/8
Напряжение питания, В	10...30
Степень защиты оболочки	IP67
Рабочий температурный диапазон, °С	-40...80
Габаритные размеры корпуса, мм	∅52×76
Габаритные размеры гильзы, мм	M12×54...151

Преимущества датчиков

Датчики ИВД-3 и ИВД-2 во многом унифицированы и имеют ряд уникальных особенностей:

- дистанционная установка тарифовочного коэффициента, сетевого и заводского адреса, скорости обмена для каждого датчика;
- высокие эксплуатационные и метрологические характеристики аппаратуры за счет объединения чувствительного элемента и электроники в одном герметичном корпусе, наличия кодовой связи и особых способов калибровки;
- отсутствие дополнительных выносных блоков (согласующих усилителей и приемных блоков), что

*Елов Алексей Иванович — начальник отдела систем регулирования ООО "Прософт-Системы",
Галаган Павел Иванович — руководитель группы НМК ООО "Прософт-Системы".*

Контактные телефоны: (343) 376-28-20, 356-51-11. [Http://www.prosoftsystems.ru](http://www.prosoftsystems.ru)



Рис. 3

определяет меньшую по сравнению с традиционными вибросистемами стоимость и возможность внедрения виброконтроля в широкий круг агрегатов;

- работа датчика в режиме интеллектуального выключателя;
- работа с любым контроллером, имеющим порт RS-485 и поддерживающим протокол Modbus RTU.

Для комплексного решения задач вибрационного контроля и защиты компания предлагает готовое решение — аппаратуру вибрационного контроля ЦВА, состоящую из со-

вокупности датчиков ИВД-2, ИВД-3 и виброконтроллера. Аппаратура ЦВА внесена в Государственный реестр средств измерений под №23646-02.

Блок виброконтроллера включает контроллерную плату, блоки питания и плату релейной коммутации. На лицевой панели контроллера имеются ЖК-индикатор (2x16 символов) и матричная клавиатура 4x4.

Контроллер (рис. 3) производит:

- питание и последовательный опрос датчиков;
- индикацию измеряемой величины по каждому датчику (по выбору);
- выдачу релейного сигнала при повышенной и аварийной вибрации;
- формирование статусов каналов;
- связь с АСУТП верхнего уровня по RS-485, протокол Modbus/RTU;
- ведение и просмотр журнала событий;
- установку сетевого адреса датчика и скорости обмена;
- задание двух уставок величин виброскорости, зазора и виброперемещения;
- изменение оператором статусов каналов;
- установку тарифовочного коэффициента для каждого датчика.

В настоящее время наша компания ведет разработку полного комплекта датчиков измерения механических величин турбоагрегатов с повышенным температурным диапазоном — до 200°С.

Новое семейство плат PCI Express на основе одной микросхемы

Компания MOXA стала первой использовать новую технологию "PCIe-UART на одном кристалле". Новые модели плат PCI Express обеспечивают высокую эффективность, скорость передачи данных до 921,6 кбит/с и изоляцию 15кВ от электростатического разряда, большое время на отказ (MTBF) и высокую производительность. В связи с этим на 33% увеличилась пропускная способность и на 48% уменьшилась нагрузка центрального процессора. Такие показатели достигаются за счет объединения на одном кристалле моста PCIe и PCI-UART. Благодаря этой технологии платы PCI Express компании MOXA могут превзойти по быстродействию

традиционные платы, которые используют отдельные кристаллы для моста PCIe и PCI-UART.

Компания MOXA разработала удобное ПО для конфигурации последовательного интерфейса и терминальных резисторов, устранив необходимость открывать корпус и устанавливать DIP-переключатели и джамперы вручную. Кроме того, новый дизайн уменьшает время и затраты на производство из-за отсутствия на плате большого числа компонентов. Новые платы поддерживают работу во всех основных ОС (Windows 2000/2003/2008, XP/Vista x86/x64) и драйверы для работы в ОС: Linux, SCO Open Server 5/6, и UnixWare.

[Http://www.ipc2u.ru](http://www.ipc2u.ru)