

Системы вибромониторинга ZETLAB: оценка реального состояния машин и механизмов

Z E T L A B

В статье рассмотрены готовые решения зеленоградской компании ZETLAB для определения состояния машин и механизмов с помощью измерения и анализа их виброакустических характеристик. Среди этих решений: система детальной вибродиагностики на базе анализаторов спектра, системы онлайн-вибромониторинга на базе вибропреобразователя ZET 139 и мобильного вибромониторинга на базе портативного виброметра ZET 030.

ООО «ЭТМС», г. Зеленоград

Изменившаяся вибрация узлов машин и механизмов — один из первых признаков снижения их работоспособности и вероятного отказа в дальнейшем. Поэтому контроль виброакустических характеристик эксплуатируемого оборудования стал необходимой составляющей технического обслуживания и всех систем мониторинга.

Зеленоградское предприятие «Электронные технологии и метрологические системы» (ООО «ЭТМС»), обычно фигурирующее в бизнес-новостях под названием своего бренда ZETLAB, известно на рынке как поставщик контрольно-измерительного оборудования и систем мониторинга

состояния промышленных объектов в оборонной отрасли, металлургии и машиностроении, нефтеперерабатывающей, авиационной, автомобильной, легкой и пищевой промышленности. Компания разработала готовые решения для реализации отдельных задач по определению состояния машин и механизмов с помощью измерения и анализа их виброакустических характеристик. Рассмотрим их подробнее.

Системы детальной вибродиагностики

Среди всех средств вибромониторинга наибольшим набором функций обладают системы детальной вибродиагностики. Наряду с возможностью

обнаружения повреждений, дефектов и износа на ранних стадиях развития такие системы позволяют глубоко проанализировать реальное состояние исследуемого объекта. Системы детальной вибродиагностики ZETLAB способны определять местонахождение конкретной неисправности и степень ее развития, выполнять сравнительную оценку ключевых показателей вибрации, определять уровень возможного влияния на работоспособность объекта в целом, а также подготавливать оптимальный набор рекомендаций по устранению неисправности.

В качестве основных измерительных устройств систем детальной виб-



а



б

Рис. 1. Анализаторы спектра виброакустических сигналов ZETLAB: а – ZET 038; б – А-19-У2

родиагностики компания ZETLAB использует контроллеры и анализаторы спектра виброакустических сигналов, реализующие более ста современных алгоритмов обработки вибрационной и звуковой информации. В линейку входят восемь моделей (ZET 030, ZET 032, ZET 032-500, ZET 034, ZET 038, ZET 017-U2, ZET 017-U4, A-19-U2), которые различаются размерами, диапазонами рабочих частот (до 20 кГц, до 200 кГц и до 400 кГц) и количеством измерительных каналов (2, 4 и 8).

На рис. 1 показан внешний вид восьмиканального анализатора спектра ZET 038 с диапазоном частот до 20 кГц и двухканального анализатора спектра A-19-U2, имеющего диапазон частот до 200 кГц. Подробно с техническими и метрологическими характеристиками приборов можно ознакомиться в соответствующем разделе сайта ZETLAB, здесь же в качестве примера приведем основные характеристики анализатора спектра ZET 038. Так, масса этого устройства не превышает 1 кг, размеры – 280 × 200 × 35 мм. Питание осуществляется через блок питания, потребляемая мощность прибора – не более 8 Вт. Объем энергонезависимой памяти (съёмный флеш-накопитель заказывается отдельно) составляет до 32 Гб, скорость обмена по шине Ethernet – 100 Мбит/с. Измерительное устройство оснащено восемью аналоговыми входами по напряжению и ICP, к которым можно подключить датчики ICP (IEPE), DeltaTron, ISO-TRON.

Аналоговый вход (АЦП) может работать в режиме вольтметра, спектрального анализа и селективного вольтметра. Динамический диапазон в режиме вольтметра составляет 110 дБ, в режиме спектрального анализа – 122 дБ, в режиме селективного вольтметра – 135 дБ. Спектральная плотность шума в диапазоне частот 30...20000 Гц: не более 15 нВ/√Гц при $K_y = 100$, не более 40 нВ/√Гц при $K_y = 10$ и не более 350 нВ/√Гц при $K_y = 1$.

Аналоговый выход (ЦАП) генерирует синусоидальный сигнал в диапазоне 0,03...20000 Гц, при этом предел допускаемой относительной погрешности различается в зависимости от поддиапазона: составляет ±0,1% при частотах 0...20000 Гц и ±10% при частотах 0,03...10 Гц. Пределы допускае-

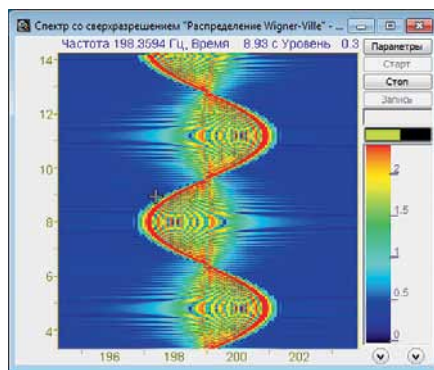


Рис. 2. ПО «Спектр со сверхразрешением»: частотная модуляция

мой погрешности установки выходного постоянного и переменного напряжения не превышают ±(0,005 U + 10) мВ, коэффициент гармоник генерируемого синусоидального сигнала – 0,1%.

Программное обеспечение систем вибродиагностики ZETLAB ANALIZ входит в комплект поставки и предоставляет пользователям большой набор инструментов для обработки данных от анализаторов спектра. ПО выполняет анализ нелинейных искажений, модальный анализ, взаимный корреляционный, долеоктавный и узкополосный спектральный анализ и вейвлет-преобразование. Также осуществляется визуализация спектров со сверхразрешением, построение гистограмм и диаграмм Найквиста. ПО позволяет генерировать сигналы различной формы, амплитуды и частоты на выходных каналах модулей АЦП и ЦАП, выполняет фильтрацию сигналов, поступающих на входные каналы анализаторов спектра, тензометрических станций, сейсмостанций, а также дает возможность использовать другие алгоритмы цифровой обработки сигналов. В качестве примера на рис. 2 показано рабочее окно программы «Спектр со сверхразрешением», входящей в пакет ZETLAB ANALIZ. В окне представлен спектр сигнала с частотной модуляцией, который используется для анализа нестационарных сигналов в системах вибродиагностики зданий.

В комплекте с первичными преобразователями, в числе которых могут быть датчики оборотов, вибропреобразователи, акселерометры, микрофоны, гидрофоны и другие устройства, анализаторы спектра виброакустиче-

ских сигналов составляют основу автоматизированных систем вибро- и гидроакустических измерений, диагностики и балансировки вращающихся механизмов, подшипниковых узлов, зубчатых передач, электрогенераторов и электродвигателей.

Система онлайн-вибромониторинга

Выявить развивающиеся повреждения и дефекты на ранней стадии, а также проблемные зоны, которые нуждаются в более детальной диагностике, эксплуатантам различных машин и механизмов поможет разработанная специалистами компании ZETLAB автоматизированная система онлайн-вибромониторинга, построенная на базе трехкомпонентных датчиков вибрации ZET 139 (вибропреобразователи) и цифровых проксиметров (датчики перемещения). Для более точной оценки причин возникновения неисправностей и оптимизации рабочего режима механизма в систему могут быть включены средства контроля температуры, влажности, акустического шума и других параметров. Запись результатов измерений в виде трендов позволит выполнить достоверную оценку и разработать для операторов соответствующие рекомендации.

Вибропреобразователь ZET 139 (рис. 3), работающий онлайн в режиме 24/7/365, выполнен на основе встроенного MEMS-акселерометра. Датчик измеряет виброускорение, виброскорость и виброперемещение. Устройство монтируется непосредственно на поверхности или внутри исследуемого промышленного оборудования и передает информацию по интерфейсу RS-485 в режиме реального времени.

Вибропреобразователь ZET 139 выпускается в двух исполнениях с разными диапазонами: ZET 139A и ZET 139C.



Рис. 3. Вибропреобразователь ZET 139

Их можно разместить в труднодоступных местах, чему способствует крайняя компактность приборов: линейные размеры датчика составляют $28 \times 28 \times 18$ мм, масса – 90 г. Устройства снабжены надежной защитой от влаги и пыли (IP67) и могут работать в широком диапазоне эксплуатационных температур: $-40...+80$ °С. При этом они отличаются достаточно высокой точностью: погрешность измерения составляет не более $\pm 0,5$ м/с² для виброускорения; 6% от диапазона для виброскорости; 10% для виброперемещения. Высокая помехоустойчивость конструкции позволяет датчику передавать сигналы непосредственно в условиях работы оборудования. В случае превышения заранее заданных пороговых значений по выделенному каналу транслируется сигнал тревоги – аларм.

При формировании системы онлайн-вибромониторинга ZETLAB обычно используют несколько вибропреобразователей, установленных на различных узлах исследуемой конструкции и объединенных в отдельные измерительные линии. Для получения оптимальных результатов устройство измерения рекомендуется монтировать как можно ближе к подшипнику двигателя. При монтаже датчики следует ориентировать по трем осям, обозначенным на маркировке корпуса как X, Y и Z. При этом ось X (или Y) должна находиться на одной линии с валом двигателя или в осевом направлении, а ось Z – перпендикулярно его оси.

Построенная таким образом система обеспечивает выявление на ранней стадии таких неисправностей подшипника, как износ, дисбаланс, несоосность. Для нее не требуются крупные материальные затраты. Более того, благодаря сокращению эксплуатационных расходов на техническое обслуживание и значительному увеличению времени безотказной работы система способствует росту экономической эффективности производственных процессов в целом.



Рис. 4. Портативный анализатор спектра ZET 030 – удобный инструмент для мобильного вибромониторинга

Мобильный вибромониторинг

Этот вид контроля виброакустических характеристик промышленного оборудования отличается использованием переносных измерительных устройств для проведения профилактического обследования вращающихся деталей машин и механизмов. Цель любой профилактики – устранить факторы риска. Легкие инструменты мобильного вибромониторинга позволяют вовремя обнаружить недопустимый износ и повреждение отдельных компонентов оборудования. Кроме того, мобильный вибромониторинг используется для того, чтобы дополнительно проанализировать тревожные сигналы онлайн-мониторинга, например если был получен аларм.

В качестве основного измерительного устройства для проведения мобильного вибромониторинга компания ZETLAB предлагает использовать компактный переносной виброметр-регистратор (портативный анализатор спектра) ZET 030 (рис. 4), отлично зарекомендовавший себя на предприятиях различных отраслей промышленности. При использовании трехосного вибродатчика он позволяет проводить

измерения по трем осям, записывая информацию о состоянии исследуемого объекта на съемный флеш-накопитель.

Прибор отличается компактностью и легкостью, он мобилен и пригоден для переноски в обычном кейсе или сумке для ноутбука. Масса анализатора ZET 030 не превышает 500 г, размеры составляют $80 \times 150 \times 30$ мм. Питание осуществляется по USB-порту, потребляемая мощность прибора всего 3 Вт, объем энергонезависимой памяти (SD-карта) достигает 32 Гб. Измерительное устройство оснащено четырьмя аналоговыми входами, к которым можно подключить датчики ICP (IEPE), DeltaTron, ISOTRON.

Поставляемое в комплекте с анализатором ПО обеспечивает одновременный запуск сразу нескольких программ анализа и отображения сигналов, в том числе для формирования систем диагностики и мониторинга технологических процессов, а также для проведения испытаний. Результаты спектрального анализа можно загрузить в персональный компьютер и тщательно обработать с помощью программы ZETLAB ANALIZ.

ООО «ЭТМС», г. Зеленоград, Москва,
тел.: +7 (495) 739-3919,
e-mail: zetlab@zetlab.com,
сайт: www.zetlab.com