

Интеграция портативных измерительных устройств ZETLAB в системы вибромониторинга

Z E T L A B

В статье рассмотрены решения группы компаний ZETLAB для промышленных систем вибромониторинга: портативные комплексы ZETLABVibroMetr для маршрутных измерений и стационарная система на базе анализатора спектра ZET 030-I. Проанализированы функциональные возможности портативных комплексов.

000 «ЭТМС», Зеленоград, г. Москва

Вибромониторинг — одна из ключевых технологий предиктивного обслуживания и самый распространенный метод контроля состояния вращающегося оборудования. По данным аналитиков, мировой рынок предиктивного обслуживания в 2024 году оценивался в 10,6 млрд долл., а к 2029 году может вырасти до 47,8 млрд долл. при среднегодовом темпе роста около 35%. При этом непосредственно рынок систем вибромониторинга в 2024 году оценивался в 1,5–1,7 млрд долл. с прогнозируемым ростом до 2,5–3,7 млрд долл. в течение ближайшего десятилетия. Уже сегодня на крупных российских предприятиях нефтегазовой отрасли постоянный онлайн-вибромониторинг применяется для большинства критически важных компрессоров, насосов и турбоагрегатов, на ТЭС и АЭС стационарными системами контроля вибрации оснащены практически все турбины и турбогенераторы, а на предприятиях металлургии, химической промышленности, на водоканалах наиболее распространены маршрутные измерения вибрации с периодическим обходом контрольных точек. Немаловажно при этом, что выполнять вибромониторинг сегодня желательно с применением отечественных разработок — как аппаратуры, так и программного обеспечения.

Одним из российских разработчиков систем вибромониторинга является группа компаний ZETLAB из Зеленограда. Группа, которая сегодня включает в свой состав две компании, ООО «ЭТМС» и ООО «ЗЭТЛАБ», с 1992 года занимается разработкой высокоточных средств измерения для

метрологических лабораторий и промышленных предприятий, выпуская измерительные приборы, цифровые и аналоговые датчики, а также контроллеры и программное обеспечение. Поэтому, когда в рамках импортозамещения одной из крупных компаний потребовались российские системы вибромониторинга и вибродиагностики оборудования, компания ZETLAB смогла за два года разработать и запустить в серийное производство датчики и контроллеры для таких систем, а также создать программное обеспечение для глубокого анализа полученных данных. ПО позволяет одновременно анализировать различные характеристики сигналов: узкополосные, долеоктавные, взаимные спектры, спектрограммы, корреляционные функции и др.

Рассмотрим несколько решений компании ZETLAB и начнем с мобильных комплексов для оперативного мониторинга — портативных виброанализаторов серии ZETLAB-VibroMetr.

Портативный комплекс ZETLABVibroMetr mod. 117B

ZETLABVibroMetr mod. 117B (рис. 1) — это специализированная версия портативного виброанализатора для диагностики состояния подшипников. Цифра в его названии означает модель датчика, на базе которого комплекс построен, — промышленного акселерометра ZET 117B с интерфейсом USB. В состав комплекса входит специализированное мобильное приложение для устройств под управлением Android. Измерительная система предназначена для регистрации вибрационного и ударного ускорения на работающем оборудовании. Акселерометр обеспечивает измерения в диапазоне ± 40 g, работает в полосе частот от 5 до 10 000 Гц, имеет собственный уровень шумов не более 0,0025 g и рассчитан на эксплуатацию при температуре от -40 до $+80$ °C.

Измерения выполняются в процессе обхода без остановки оборудования: датчик устанавливается в точке контроля, после чего оператор



Рис. 1. Портативный комплекс ZETLABVibroMetr mod. 117B: внешний вид

запускает мобильное приложение, которое отображает осциллограмму сигнала виброскорости и одновременно позволяет анализировать рассчитанные значения, отображаемые в таблице значений параметров сигнала.

Портативный комплекс может работать в режиме узкополосного спектра, что дает возможность проводить частотный анализ вибрации. Этот тип анализа позволяет не только предсказать, что отказ подшипника неизбежен, но и определить, в каком компоненте подшипника выявлен дефект (дорожка качения внутреннего или внешнего кольца, тело качения, сепаратор).

Программное обеспечение автоматически рассчитывает характерные диагностические частоты и отображает их на спектре (рис. 2). Среди них – BPFO (частота перекачивания тел качения по дефекту наружного кольца), BPFI (внутреннего кольца), BSF (частота вращения тела качения вокруг своей оси), FTF (частота вращения сепаратора). При выборе соответствующего параметра на спектре появляются маркеры, позволяющие быстро определить наличие пиков в диагностически значимых областях. Появление повышенных амплитуд на этих частотах может свидетельствовать о развитии дефектов наружного или внутреннего кольца подшипника, тел качения либо сепаратора.

Отдельно скажем об установке акселерометров. При проведении виброконтроля большое значение имеет воспроизводимость измерений. Чтобы результаты, полученные в разное время, можно было корректно сравнивать между собой, необходимо каждый раз выполнять измерения в одной и той же точке, при одинаковой ориентации датчика и с использованием одинаковых параметров обследуемого механизма. В комплексе ZETLABVibroMetr эта задача решается по рекомендациям стандарта ГОСТ Р ИСО 13373-1-2009, а также спецификации MIMOSA (Machinery Information Management Open Systems Alliance), определяющей единые принципы представления данных о точках контроля оборудования. В соответствии с этой концепцией каждая точка измерения может содержать сведения о месте установки датчика, его ориентации, типе контролируемого механизма и других параметрах, необходимых для последующего анализа.

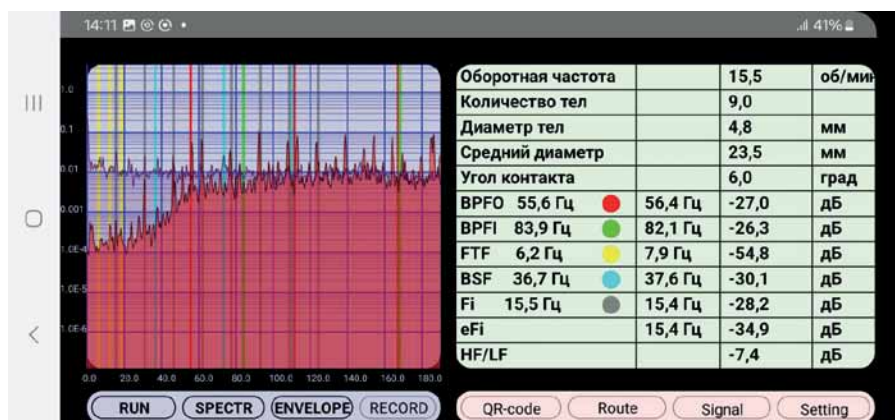


Рис. 2. ПО комплекса ZETLABVibroMetr mod. 117B: отображение данных

Для удобства работы оборудование может маркироваться QR-кодами. Перед началом обследования специалист считывает код мобильным устройством, после чего приложение автоматически загружает параметры исследуемого объекта: имя измерительного канала, частоту вращения, характеристики подшипника, количество и размеры тел качения, угол контакта и другие сведения.

Еще одной возможностью комплекса является использование маршрутных карт. Они заранее создаются на персональном компьютере и затем загружаются в мобильное приложение. На экране планшета или смартфона специалист видит графическую структуру объекта с указанием точек контроля и может последовательно выполнять измерения согласно заданному маршруту. Для каждой точки отображаются сведения о месте установки датчика и параметрах контролируемого механизма.

По окончании регистрации данные сохраняются на мобильном устройстве. Сигнал виброскорости сохраняется в универсальном формате аудиозаписи, так что его можно прослушать на любом устройстве, поддерживающем воспроизведение аудио. Эта функция позволяет проводить сравнительный анализ результатов вибродиагностики, полученных ранее с помощью других систем сбора данных.

Диагностика оборудования по результатам записанных данных осуществляется на компьютере. Зарегистрированные сигналы копируются на компьютер и анализируются в программном обеспечении ZETLAB, в частности, в программе VibroDiagnostic, которая позволяет загружать результаты расчетов, отображать их в таблицах и строить графики изменения параметров во времени.

Окно программы VibroDiagnostic (рис. 3) условно делится на три рабо-

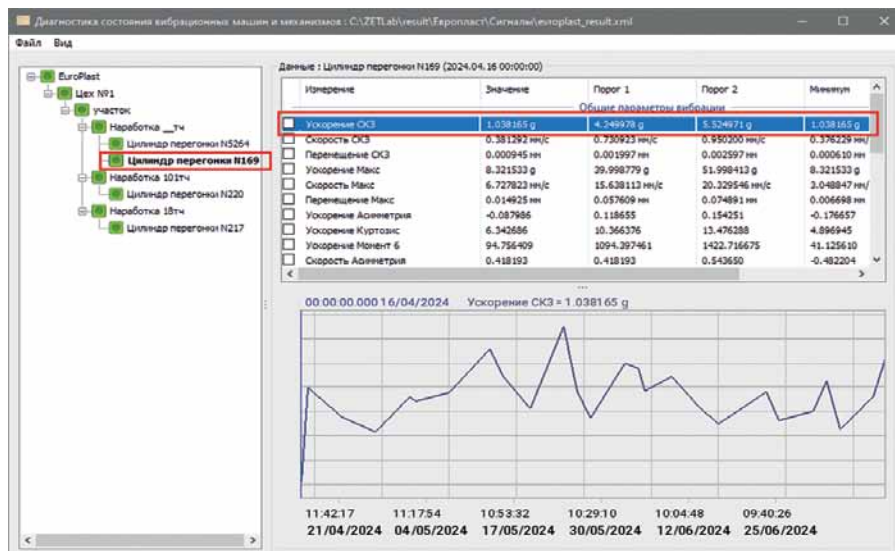


Рис. 3. Окно программы VibroDiagnostic

чие области: дерево конфигурации, таблицу с результатами расчета параметров сигналов ускорения и график изменения значений параметров по разным машинам во времени.

Кроме локального хранения информации комплекс ZETLABVibroMetr mod. 117B поддерживает выгрузку данных в облачное хранилище. После настройки подключения к облачному хранилищу данные, претерпевшие изменения, будут автоматически передаваться на сервер облачного пространства, если мобильное устройство имеет доступ к интернету. Кроме того, в облачных сервисах можно создавать резервные копии файлов и несколько пользователей могут работать с одним файлом одновременно.

Портативный комплекс ZETLABVibroMetr mod. 139

Модификация портативного комплекса ZETLABVibroMetr mod. 139 (рис. 4) ориентирована на проведение полевых испытаний. Этот комплекс включает в свой состав трехкомпонентный вибропреобразователь ZET 139 с интерфейсом USB и базовую программу.

Комплекс ZETLABVibroMetr mod. 139 измеряет линейное ускорение, виброскорость, виброперемещение и температуру. Входящее в состав преобразователя ZET 139 трехосевое сенсорное устройство позволяет измерять мгновенные значения виброхарактеристик по трем взаимно перпендикулярным осям (X, Y, Z). Диапазо-



Рис. 4. Портативный комплекс ZETLABVibroMetr mod. 139: внешний вид

ны измерений (на примере мод. 139С): ускорение $\pm 360 \text{ м/с}^2$; виброскорость $0,1...200 \text{ мм/с}$; виброперемещение $0,003...5 \text{ мм}$; температура $-40...+80 \text{ }^\circ\text{C}$. Тип датчика: встроенный MEMS-акселерометр. Передача данных осуществляется по RS-485 Modbus RTU или USB 2.0. Частота передачи данных — 4 кГц по каждой из трех осей.

Стационарные системы вибромониторинга

Для организации непрерывного контроля состояния оборудования компания ZETLAB производит стационарные системы на базе промышленного анализатора спектра ZET 030-I (рис. 5а). Анализатор работает в комплекте с промышленными акселерометрами, проксиметрами и датчиками оборотов (рис. 5б, 5в).

ZET 030-I поддерживает измерения в диапазоне частот от 0 до 160 кГц при максимальной частоте дискретиза-

ции 400 кГц. Возможность подключения датчиков различных типов (стандарта ICP/IEPE, с зарядовым выходом и выходом по напряжению) позволяет использовать его при построении систем контроля оборудования различного назначения. Уровень собственных шумов прибора составляет 35 мкВ, обмен данными осуществляется через интерфейсы HighSpeed USB 2.0 или Ethernet. При необходимости анализатор может работать автономно, регистрируя сигналы без постоянного подключения к персональному компьютеру.

При использовании программного обеспечения ZETLAB ANALIZ возможности системы расширяются. Программа обеспечивает анализ сигналов как в режиме реального времени, так и по ранее зарегистрированным данным, поддерживает октавный и $1/3$ -октавный анализ на основе параллельных цифровых фильтров, длительную регистрацию сигналов с сохранением результатов в памяти, цифровую фильтрацию, а также тахоанализ (вычисление частоты вращения, фазы, порядковый анализ).

Подводя итог, еще раз отметим, что портативные и стационарные средства вибромониторинга компании ZETLAB решают взаимодополняющие задачи: переносные системы служат для оперативной диагностики, стационарные — для непрерывного контроля.

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



Рис. 5. Элементы стационарной системы вибромониторинга:
а – промышленный анализатор спектра ZET 030-I; б – проксиметр ZET 172;
в – датчик оборотов ZETLAB ZET 402

Иллюстрации предоставлены ООО «ЭТМС»