

Выбор средств технического диагностирования

Авторы: В.А. Сидоров,

А.Л. Сотников

Источник: Журнал Мир техники и технологий, 2004, №7

Развитие и формирование основных принципов технического диагностирования механических систем по виброакустическим характеристикам приходится на вторую половину XX века. Разработанные принципы вибромониторинга нашли свое наиболее полное воплощение в спектроанализаторах вибрации. Современная реализация виброанализаторов, представляется в виде анализатора-накопителя информации с автономным питанием и малым весом, обладающим широким спектром решаемых задач виброметрии, имеющим возможность обмена информации с компьютерными системами глубокого анализа с использованием экспертных систем.

Анализу функциональных возможностей современных виброанализаторов посвящены работы Соколова Д.В. (ЗАО Промсервис, Россия); Баркова А.В., Барковой Н.А. и Якобсона П.П. (ЗАО ВАСТ, Россия); и Русова В.А. (ООО ПВФ Вибро-Центр, Россия) – представителей фирм разработчиков систем вибродиагностирования, в том числе спектроанализаторов вибрации.

Современные требования к ремонтным службам делают не возможным эффективное проведение ремонтов без знания технического состояния оборудования. Это приводит к созданию групп, бюро технического диагностирования, обучению специалистов, приобретению приборов диагностирования промышленными предприятиями. И в данном аспекте вопрос выбора анализатора соответствующего запросам предприятия, уровню решаемых задач и квалификации персонала приобретает первостепенное значение.

С данных позиций первый анализатор вибрации, осваиваемый специалистами группы диагностирования, должен отвечать следующим требованиям:

- многофункциональность и регистрация нескольких параметров;
- простота использования и портативность;
- накопление данных – результатов измерений;
- информативность индикаторного экрана;
- программы экспертно-информационного характера: встроенные и внешние (компьютерные);
- специализированные встроенные программы: балансировка роторов.

Многофункциональность заключается в возможности контроля основных параметров состояния механических систем одним прибором,

например, виброанализатор 795М(ООО СТМ, Украина), позволяет проводить анализ колебаний в временной и частотной областях, уровня ударных импульсов и частоты вращения. Возможность регистрации нескольких параметров позволяет – контролировать среднеквадратичное и пиковое значения параметров вибрации.

Простота использования и портативность выражается в конструктивном исполнении приборов, например, при работе с прибором 795М (рисунок 1) достаточно подключить к нему первичные преобразователи регистрируемых параметров – все средства по регистрации, обработке и отображению диагностической информации реализованы в одном портативном корпусе.



Рисунок 1 – Анализатор вибрации 795М"

Информативность индикаторного экрана прибора заключается в возможности вывода всей информации о проводимом измерении в удобной и понятной форме: текстовой и графической.

Накопление данных, статистической информации для отслеживания изменения состояния механических систем во времени, выполняется как с помощью встроенных средств, так и с помощью внешних – программного обеспечения установленного на компьютере. Формирование, ведение, хранение, обработка и анализ диагностической информации должно осуществляться с применением компьютерной техники, для чего средства диагностирования должны иметь возможность совместной с ними работы.

Использование средств диагностирования отвечающих выше приведенным требованиям, позволит развить полученные навыки, получить дополнительные возможности при диагностировании, расширить перечень диагностируемого оборудования и выполняемых работ, определить перечень необходимых характеристик и требований к приборам более высокого уровня.

При выборе средств диагностирования более высокого уровня, возникает вторая сторона вопроса – связанная с параметрами диагностируемого оборудования. Если диагностируется однотипное оборудование длительного режима работы с небольшими отклонениями по конструкции, частоте вращения, массе, габаритам и условиям эксплуатации предпочтение следует отдать системам углубленной диагностики на основе многоканальности и использования экспертных систем – стационарные или стендовые системы. Этому требованию в полной мере отвечают такие анализаторы вибрации, как ТОПАЗ и КВАРЦ (ООО Диамех, Россия), имеющих возможность работы с количеством каналов от 1 до 16 (с применением дополнительных средств), см. рисунок 2.



Рисунок 2 – Анализаторы вибрации, слева направо: КВАРЦ, ТОПАЗ"

Разнообразие конструкций, параметров обслуживания и эксплуатации, оборудование работающее в повторно-кратковременном режиме, требует в большей степени подготовки квалифицированного персонала, владеющего основами: временного и спектрального анализа форм механических колебаний и электрических сигналов, взаимодополняющих методов диагностирования.

Соответствующие требования к аппаратуре:

- многофункциональность и регистрация нескольких параметров;
- универсальность и модульный принцип построения;
- простота использования и портативность;
- широкие возможности обработки и анализа сигнала;
- графические средства отображения информации;
- накопление данных – результатов измерения;
- использование адаптивных и настраиваемых автоматических (экспертных) систем диагностирования: встроенных и внешних;
- специализированные программы внутриприборной диагностики и балансировки.

Требованиям многофункциональности и возможности регистрации нескольких параметров вполне отвечает виброанализатор 795М (ООО СТМ, Украина), как показано выше.

Универсальность заключается в возможности использования прибора как самостоятельно, так и в комплексе с др. средствами диагностирования (стационарными, стендовыми). Модульный принцип построения – это возможность расширения области применения прибора путем обновления программного обеспечения и подключения новых специализированных датчиков. Например, модификация прибора 795М – 795М-034, построена по модульному принципу, что позволяет приобрести с начала простой виброметр с возможностью регистрации общего уровня вибрации. По мере освоения, путем приобретения отдельных модулей (программа и датчик), расширять область решаемых задач возможностями: контроля состояния подшипников методом ударных импульсов; спектрального и временного анализа вибрационных характеристик; контроля частоты вращения роторов.

Широкие возможности обработки и анализа сигнала – это наличие средств математической обработки данных, позволяющие представлять результаты измерений в удобном для анализа виде, например представление сигнала во временной области с последующим переходом в частотную область путем применения методов преобразования Фурье.

Графические средства отображения результатов измерений – это наличие индикаторного экрана позволяющего просматривать графики сигналов во временной и частотной областях.

При выборе средств диагностирования также необходимо учитывать предполагаемые условия эксплуатации: запыленность, влажность, низкие температуры, взрывоопасность окружающей среды.

Анализаторы вибрации, отвечающие перечисленным требованиям, приведены в таблице 1.

Выше рассмотренные критерии выбора средств диагностирования являются эксплуатационно-конструкционными, определяющие условия и область применения. Важнейшими также являются и метрологические характеристики, определяющие результаты и погрешности измерений.

Основными метрологическими характеристиками являются частотный диапазон регистрации параметров вибрации, амплитудно-частотная характеристика первичных преобразователей, динамический диапазон входного сигнала, разрешающая способность приборов в частотном диапазоне. Кроме этих характеристик, могут потребоваться сведения по другим параметрам, например, по входному сопротивлению и напряжению – это актуально для приборов имеющих возможность регистрации электрических сигналов, например, СПЕКТР-07 (ЗАО ТСТ, Россия), см. рисунок 3.



Рисунок 3 – Анализатор вибрации, слева направо: АГАТ, СПЕКТР-07, СД-12М

В таблице 2 приведены основные технические характеристики анализаторов вибрации разработчиков стран СНГ, см. таблицу 1.



Рисунок 4 – Анализаторы вибрации, слева направо: Корсар++"; Диана-С"; Диана-2М"; Диана-8

Таблица 1 – Фирмы разработчики и спектроанализаторы вибрации

Фирма разработчик	Средства вибродиагностики
ООО Диамех (г. Москва, Россия)	КВАРЦ (рисунок 2); ТОПАЗ (рисунок 2); АГАТ (рисунок 3)
ИТЦ Оргтехдиагностика" (г. Москва, Россия)	СК-2300 (рисунок 5)
ЗАО ВАСТ (г. Санкт-Петербург, Россия)	СД-12М (рисунок 3)
ЗАО ТСТ (г. Санкт-Петербург, Россия)	СПЕКТР-07 (рисунок 3)
ООО ПВФ Вибро-Центр (г. Пермь, Россия)	Корсар++ (рисунок 4); Диана-С (рисунок 4); Диана-2М (рисунок 4); Диана-8 (рисунок 4); Атлант-8М (рисунок 7)
ИФ ИНКОТЕС (г. Н. Новгород, Россия)	АДП-3101 (рисунок 5); СМ-3001 (рисунок 5) ДСА-2001 (рисунок 7)
ЗАО Промсервис" (г. Димитровград, Россия)	ПР-200А (рисунок 6)
ООО СТМ (г. Николаев, Украина)	795М (рисунок 1)

Частотный диапазон для большинства задач виброметрии требуется в пределах от 2...5 Гц до 10...20 кГц. Требование к амплитудно-частотной характеристике первичных датчиков – высокая линейность, чтобы нелинейные искажения от сильных составляющих сигнала не мешали анализировать слабые составляющие. Разрешающая способность – оценивается количеством линий (полос) в спектре сигнала. Стандартный ряд: 100, 200, 400, 800, 1600, 3200, 6400. Предпочтение отдается 400, 800, 1600 линий.



Рисунок 5 – Анализаторы вибрации, слева направо: СК-2300, СМ-3001, АДП-3101

Таблица 2 – Характеристики анализаторов вибрации

Анализатор вибрации	Возможность регистрации (количество отведенных каналов)					Частотный диапазон в режиме измерения спектра, кГц	Макс. кол-во линий в спектре	Констр. исп.	Тип индик- ра	Масса, кг
	Вибр.	Шума	Удар. имп.	Час. вр.	Электр. сиг.					
КВАРЦ	1(16)			1	1	3...40 000	1600	п	г	2,1
ТОПАЗ	1(16)			1	1	3...40 000	1600	п	г	1,8
АГАТ	2			1		5...10 000	800	п	г	1,2
СК-2300	2			1	8	0,5...20 000	3200	п	г	2
СД-12М	1	1		1	1	0,5...25 600	1600	п	г	1,7
СПЕКТР- 07	1			1	1	0,125...25 600	1600	п	г	1,2
Корсар++	1					10...1 000	400	п	г	0,8
Диана-С	1			1		5...5 000	1600	п	г	0,4
Диана-2М	2			1		3...5 000	3200	п	г	1,1
Диана-8	8			1		5...5 000	6400	п	г	3,0
Атлант-8М	8			1	8	5...5 000	3200	н	м	10,0
АДП-3101	2			1	2	1...24 000	6400	п	г	1,6
ДСА-2001	2			1	2	10...16 000	2500	н	м	5,5
СМ-3001	3			1	3	4...20 000	1600	п	т	1,0
ПР-200А	1			1	1	0,05...20 000	1600	п	г	1,6
795М	1		1	1		2...10 000	1600	п	г	1,4

Обозначения, принятые в таблице: п – портативный корпус; н – исполнение анализатора на базе персонального компьютера (ноутбука); г – графический индикатор; т – текстовый индикатор; м – монитор.



Рисунок 6 – Анализатор вибрации ПР-200А

Данные характеристики должны определяться типом оборудования и его режимами эксплуатации. Только на основе собственного опыта диагностирования оборудования в той или иной отрасли можно точно определять данные требования.



Рисунок 7 – Анализаторы вибрации на базе ноутбука, слева направо: ДСА-2001, Атлант-8М

На основе сравнительно анализа технических характеристик анализаторов вибрации приведенных в таблице 2 с учетом выше определенных критериев выбора можно сделать следующие выводы:

1. Прибором первоначальной подготовки является СК-2300 (рисунок 5), СД-12М (рисунок 3), АДП-3101 (рисунок 5), ПР-200А (рисунок 6), 795М-034 (рисунок 1) и СПЕКТР-07 (рисунок 3).
2. Экспертно-исследовательские системы: ТОПАЗ (рисунок 2), Атлант-8М (рисунок 7), СМ-3001 (рисунок 5) и ДСА-2001 (рисунок 7). Системы, выполненные на базе персонального компьютера, даже ноутбука, трудно назвать портативными. Превосходя все остальные приборы по количеству каналов, возможностям обработки и анализа диагностической информации, данные системы являются стендовыми

(полустационарными). Область применения данных систем оправдана диагностируемым оборудованием, затраты вызванных остановкой, которого, превышает стоимость данных систем во много раз.

3. Универсальными являются все остальные приборы, приведенные в таблице 1 и 2. Выбор данных анализаторов может быть оправдан большим опытом диагностирования конкретного оборудования, на основе которого сформулированы четкие требования к функциональным возможностям и метрологическим характеристикам. В этом случае, вопросы выбора связаны с уникальными методами обработки результатов измерения, в основном спектрального анализа и фильтрации, необходимость в которых трудно объяснить.