



Вибрационный мониторинг является неотъемлемой частью оценки состояния работающего оборудования и предупреждения выхода его из строя

Александр Карман,  
karman@microprigor.kiev.ua

Алексей Кожемяка,  
alex@microprigor.kiev.ua

Александр Троцкий,  
trockiy@microprigor.kiev.ua

# Контроль вибрации оборудования

**Т**ехническое обслуживание дорогостоящего оборудования, крупногабаритных машин и механизмов обычно строится на концепции предсказуемого сервиса, то есть системы планово-предупредительных ремонтов. Вибрационный мониторинг является неотъемлемой частью такой

системы, которая обеспечивает определение несоосности валов и разбаланса роторов, фиксирует отказы в редукторах и износ подшипников, что в конечном счете сокращает простои оборудования и позволяет существенно экономить средства за счет предупреждения катастрофических отказов.

Контроль вибрации в идеале предполагает системный анализ спектра вибрационных сигналов, что требует не только наличия высококвалифицированного персонала, но и дорогостоящего оборудования. При этом состояние оборудования можно оценить более простым способом.

Компания Wilcoxon Research ([www.wilcoxon.com](http://www.wilcoxon.com)) предлагает технически и экономически эффективный подход к вибрационному мониторингу на основе стандарта ISO 10816-3, регламентирующего допустимые уровни вибрации оборудования.

В дополнение к акселерометрам и датчикам виброскорости компания создала систему электронных модулей iT-Series, состоящую из трансмиттеров (iT-100M, iT-200M – более 100 вариантов), модуля тревоги (iT-401-Alarm), коммуникационного модуля (iT-501) и модулей питания (iT-001, iT-002, iT-004). Эти модули во взаимодействии с датчиками вибрации позволяют достаточно просто предсказывать уровень износа оборудования по показателям уровня вибрации, пропорциональным выходному сигналу 4–20 мА.

### Мониторинг вибрации

Трансмиттер обеспечивает преобразование динамического сигнала от датчика вибрации (mV/g) к стандартному выходному сигналу 4–20 мА, в котором уровню 4 мА соответствует состояние без вибрационных воздействий, а уровню 20 мА – максимальный уровень вибрации (опасный для дальнейшей эксплуатации). Трансмиттер монтируется на DIN-рейку и обеспечивает связь с соседними модулями iT-Series через встроенную коммуникационную шину TBUS. Он конфигурируется индивидуально применительно к объекту мониторинга: в соответствии с применяемым датчиком может быть выбран один из вариантов чувствительности по входу (10, 100, 500 mV/g); в соответствии с диапазоном частот вибрации трансмиттер оснащается низкочастотным или высокочастотным фильтром (20 типонаименований); предусмотрена коммутация входных сигналов от акселерометра или датчика виброскорости; трансмиттер формирует выходные сигналы, пропорциональные ускорению, скорости или смещению.

Если катастрофические для функционирования оборудования отказы отсутствуют, то тенденция развития вибрационных отклонений по мере постепенного износа оборудования одна и та же – уровень вибрации нарастает до максимального значения. Поэтому конкретное значение уровня вибрации

### ▼ Вибрационный трансмиттер iT-Series

<b>Напряжение питания</b>	+24 VDC
<b>Выход (токовая петля)</b>	4–20 мА
<b>Диапазон частот по выходу (без фильтров)</b>	0,3 Гц – 20 кГц
<b>Сопrotивление выхода (токовая петля)</b>	600 Ом
<b>Динамический буферный выход:</b>	
кк усиления	1,0
диапазон частот	0,3–100 кГц
<b>Диапазон температур</b>	от -40 до +85 °C



в масштабе 4–20 мА качественно характеризует степень износа оборудования без анализа спектра вибрационных сигналов (кривая на рис. 2).

Более широкие возможности для вибромониторинга предоставляет модуль тревоги iT-401 Alarm. Данный модуль монтируется на DIN-рейку 35 мм и состоит из трех программируемых реле, каждое из которых настраивается пользователем на определенный уровень срабатывания с помощью мембранного переключателя на фронтальной панели. Выбранный уровень сра-

или непосредственно с датчиками серии «Loop Power Sensors» (Model PC420/421/425), встроенная электроника которых обеспечивает формирование выходного сигнала в масштабе 4–20 мА. Обмен данными с впаиваемым установленным трансмиттером осуществляется через встроенную коммуникационную шину TBUS (без внешних проводов подключения).

Три программируемых реле iT-401 могут быть



### ▼ Модуль тревоги iT-401

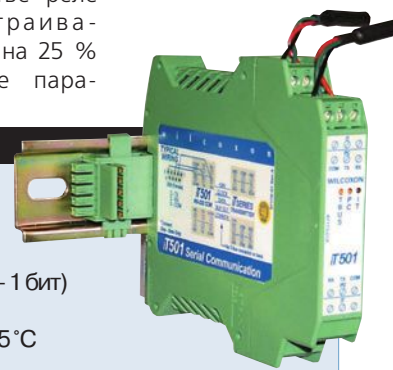
<b>Напряжение питания</b>	24 VDC, 150 мА
<b>Входное сопротивление (токовая петля)</b>	247,5 Ом
<b>Выходы</b>	3 реле: 8А, 250 VAC/30 VDC
<b>Задержка переключения реле</b>	0–99 с
<b>Установка уровней срабатывания:</b>	
вибрационный сигнал	0–99 % шкалы, шаг 1%
напряжение смещения	0–18 В, шаг 1 В
4–20 мА, выход	2–22 мА
<b>Диапазон температур</b>	от -40 до +85 °C

батывания отображается светодиодным индикатором. Этот модуль обеспечивает сравнение внешнего сигнала, отмасштабированного в диапазоне 4–20 мА, с заданным уровнем срабатывания, при отклонении от которого каждое программируемое реле переключается.

IT-401 Alarm способен работать с динамическим датчиком вибрации (например, Model 786A/793/797) через трансмиттер iT-100M, преобразующий информационный сигнал к стандартному виду 4–20 мА,

настроены на различные уровни срабатывания (их описание см. во вставке с таблицей на с. 50):

- ▶ Первое реле срабатывает при значении сигнала, соответствующем переходу от зоны В к зоне С – уровень предупреждения;
- ▶ Второе реле настроено на предельный параметр перехода от зоны С к зоне D – уровень тревоги;
- ▶ Третье реле настраивается на 25 % выше пара-



### ▼ Коммуникационный модуль iT-501

<b>Напряжение питания</b>	12–30 VDC
<b>Интерфейс</b>	RS-232
<b>Скорость передачи</b>	9600 Baud
<b>Формат</b>	8 бит (Stop — 1 бит)
<b>Светодиоды индикации</b>	TBUS, PC, IT
<b>Диапазон температур</b>	от -40 до +85 °C

### ▼ Оценка состояния оборудования по ISO 10816-3

Для оптимального вибромониторинга можно использовать директивы стандарта ISO 10816-3, который предусматривает четыре диапазона параметров виброконтроля относительно состояния подшипников и предписывает уровни тревоги и отключения для различных классов оборудования (см. таблицу внизу). Здесь зона А соответствует

минимальному уровню вибрации нового оборудования, в зоне В износ и вибрация приемлемы для дальнейшей эксплуатации, в зоне С вибрация рассматривается как неудовлетворительная (необходимо проводить ремонтные мероприятия), в зоне D вибрация превышает предельно допустимый уровень (оборудование должно быть немедленно выведено из эксплуатации).

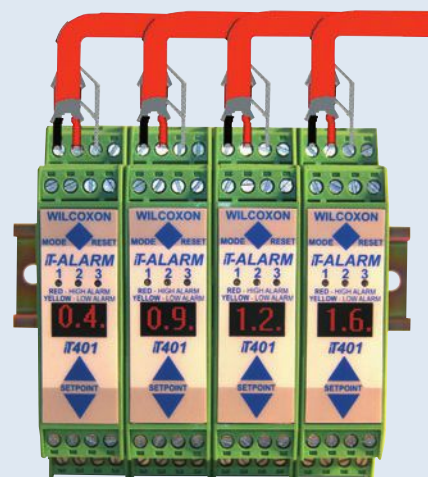


Рис. 1. Настроив программируемые реле iT-401 на различные уровни срабатывания, например, в соответствии со стандартом ISO 10816-3, можно эффективно контролировать степень износа оборудования и не допустить выхода его из строя

ISO 10816-3. Параметры вибрации оборудования			
Скорость		Мощность 20—400 л.с.	Мощность свыше 400 л.с.
дюйм/с	мм/с		
0,39	7,1	D	D
0,25	4,5	C	C
0,16	2,8	B	B
0,13	2,3	A	A
0,08	1,4		
0	0		

метра перехода С-D и выполняет функцию размыкания/останова оборудования.

#### Мониторинг удаленного объекта

Необходимым условием вибромониторинга является передача данных от удаленного оборудования на основной компьютер, что обеспечивает коммуникационный модуль iT-501. Этот модуль предусматривает цифровую связь с помощью интерфейса RS-232 (стандартный протокол) между трансмиттером iT-Series (данные по вибрации) и последовательным портом ПК. Каждый транс-

миттер, установленный на DIN-рейку, соединяется по шине TBUS индивидуально с впаиваемым модулем коммуникации iT-501, но восемь коммуникационных модулей могут быть объединены в локальную сеть и подключены к одному последовательному порту ПК, что позволяет накапливать в базе данных или воспроизводить на экране результаты виброконтроля.

Эти коммуникационные модули работают на основе открытого программного обеспечения Wilcoxon VibeLink, которое обеспечивает экономичный онлайн-монито-

ринг на основе ранее описанного контроля тенденций изменения вибросигналов без инвестиций в дорогостоящую систему анализа спектра вибрационных воздействий.

Система упрощенного вибромониторинга WILCOXON является полностью завершенной и включает в себя все необходимые для достижения конечного результата компоненты: от гаммы датчиков ускорения и виброскорости, рассчитанных на широкий спектр вибровоздействий в диапазоне частот от 0,05 Гц до 29 кГц, до монтируемых на DIN-рейку блоков питания для модулей iT-серии, вибростойких кабелей, разъемов и корпусов. Это позволяет контролировать как обычную вибрацию, обусловленную механическим износом оборудования, так и такой сложный процесс, как кавитация в насосах для перекачки жидкостей, приводящую к эрозии их внутренних поверхностей.

В большинстве случаев такой недорогой упрощенный способ мониторинга «здоровья» оборудования по уровню его вибрации обеспечивает своевременное получение достоверной информации о возможном наступлении критического состояния и, соответственно, позволяет предупреждать катастрофические отказы. MA

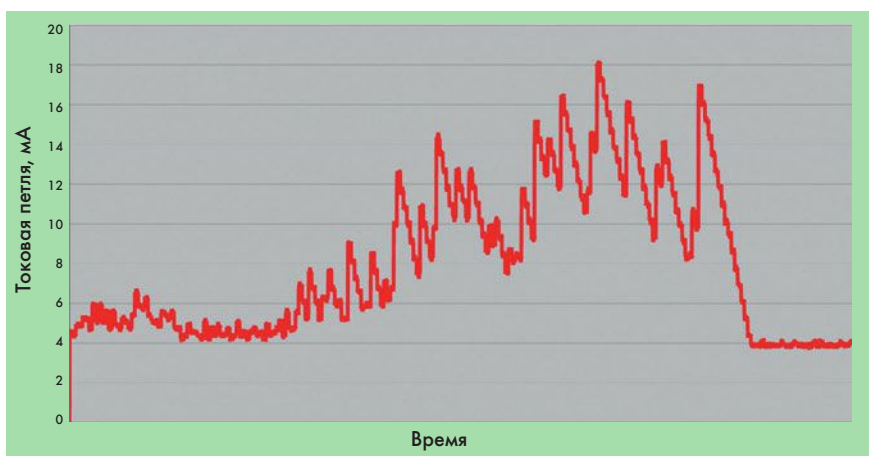


Рис. 2. Кривая вибрации насоса, подверженного кавитации. Восходящая тенденция на графике характеризует степень износа оборудования

## Вбудовані модулі



 **kontron**

 **aimtec**

 **LINEAR**  
TECHNOLOGY

 **intel.**

 **WAGO**  
INNOVATE CONNECTIONS

 **MEGATRON**

 **ASM**

 **Melexis**  
Microelectronic Integrated Systems

 **WILCOXON**  
RESEARCH

 **inova**  
Computers

 **TEXAS**  
INSTRUMENTS

 **AZNAGANO**

## Контролери, I/O - модулі



## Електронні компоненти



## Датчики, маніпулятори



ТОВ «МІКРОПРИЛАД»

4, вул. Котельникова,  
Київ, 03115, Україна

тел.: 38 (044) 459 6895  
факс: 38 (044) 459 6894

sales@micropribor.kiev.ua

www.micropribor.com.ua

**ПАРТНЕРСТВО В ЕЛЕКТРОНІЦІ**