Рекомендуемые схемы подключения пьезоэлектрических датчиков со встроенной электроникой

Александр СИМЧУК, к. т. н.
Андрей ЦЫПЛЕНКОВ
Олег ШУКОВ
Николай АРХИПКИН
mail@globaltest.ru

Все большее применение в измерительных системах находят пьезоэлектрические датчики со встроенной электронной схемой:

- вибропреобразователи миниатюрные, миниатюрные трехкомпонентные, общего назначения, двухкомпонентные, трехкомпонентные, промышленные, промышленные трехкомпонентные;
- вибропреобразователи промышленные с токовым выходом, с цифровым выходом, подводные, высокочувствительные (рис. 1);
- преобразователи виброперемещений (рис. 2);
- датчики силы (рис. 3);
- датчики динамического давления (рис. 4);
- преобразователи акустической эмиссии (рис. 5);
- преобразователи виброскорости (рис. 6).

Предусилители в корпусе датчика решают те же задачи, что и предусилители в схемах подсоединения датчиков с зарядовым выходом, исключая при этом:

- емкость соединительного кабеля, то есть емкостную нагрузку по входу предусилителя, оказывающую влияние на коэффициент усиления, соответственно, коэффициент преобразования измерительного тракта «датчик – предусилитель»;
- токи утечки и паразитные напряжения, возникающие вследствие трибоэлектрического эффекта в кабеле, приводящие к появлению погрешности, пропорциональной выходному импедансу датчика.

Рис. 1. Вибропреобразователи со встроенной электроникой

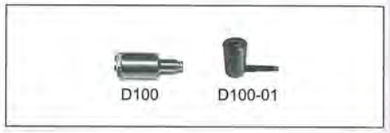


Рис. 2. Преобразователи перемещения

Рис. 3. Датчики силы

Рис. 4. Датчики динамического давления

Рис. 5. Преобразователи акустической эмиссии

Рис. 6. Преобразователи виброскорости

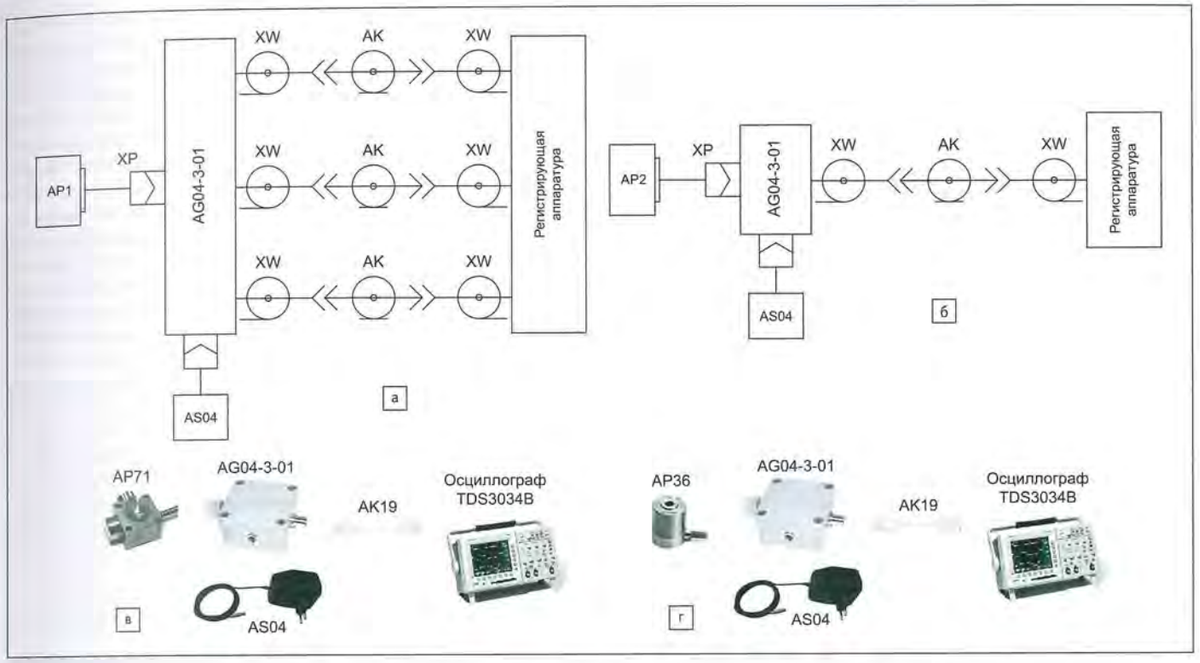


Рис. 7. Схемы подключения: а) промышленного трехкомпонентного вибропреобразователя AP71; б) однокомпонентного вибропреобразователя AP36; в, г) примеры их реализации с согласующими устройствами AG04-3-01, AG04-1-01, соответственно:
AP1 — AP71; AP2 — AP36; AG04-3-01 (AG04-1-01) — согласующее устройство; AS04 — блок питания; AK — соединительный кабель AK19; регистрирующая аппаратура — например, цифровой осциллограф TDS3034B Tektronix

Наличие в датчиках встроенной электроники позволяет реализовать аналоговый низкоомный выход по напряжению, стандартный токовый выход (0–5 мА и 4–20 мА), цифровой выход, дополнительные опции: нормирование чувствительности с отклонением от номинала не более 2%, технологию опроса TEDS.

Технология опроса TEDS (Transducer Electronic Data Sheet — электронные таблицы данных датчика) автоматически определяет тип датчика и его технические характеристики в соответствии со стандартом IEEE P1451.4.

Встроенный в датчик чип TEDS сохраняет важную информацию, обеспечивает оптимальное использование имеющихся датчиков, снижает вероятность появления ошибок, связанных с человеческим фактором, экономит временные и финансовые затраты. Датчики со встроенными чипами TEDS имеют встроенную память, работающую в режимах чтения и записи, которая содержит информацию о серийном номере датчика, его чувствительности и координатах, о дате последней калибровки и т. д. Одна область памяти чипа TEDS зарезервирована для хранения характеристик, установленных производителем, другая — предназначена для пользовательских данных (например, идентификатор канала, место установки, направление, обозначение и т. п.). Несмотря на то, что датчики с TEDS содержат цифровую информацию, их конструкция и характеристики, используемые источники питания остаются неизменными. Для доступа к цифровым данным TEDS регистрирующая аппаратура должна поддерживать такой тип датчиков.

Применение в измерительных каналах датчиков со встроенным предусилителем имеет свои особенности, связанные с организацией питания, передачи и регистрации сигнала встроенного в датчик предусилителя.

На рис. 7 приведены схемы подключения промышленных вибропреобразователей AP71 и AP36 со встроенной электроникой к регистрирующей аппаратуре. Особенность предусили-

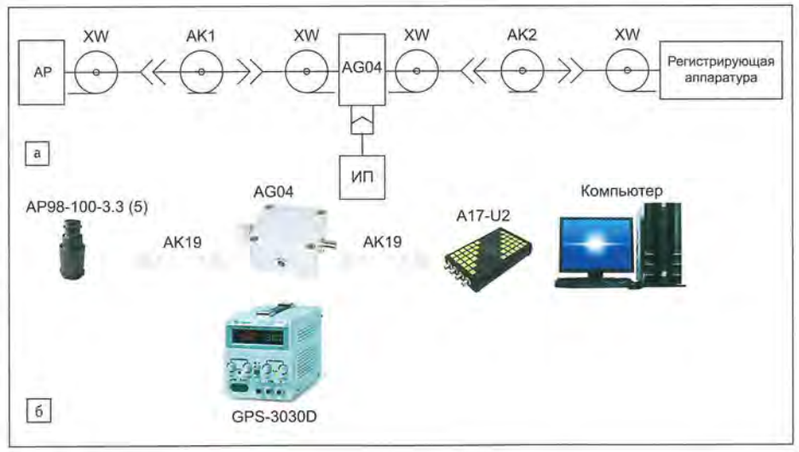


Рис. 8. Схема подключения (а) вибропреобразователей общего назначения AP98-100-3.3, AP98-100-5 и пример ее подключения (б) с согласующим устройством AG04:
AP — AP98-100-3.3, AP98-100-5; AG04 — согласующее устройство;
ИП — источник питания 3,3–5 В, например GPS-3030D GW Instek; AK1 — соединительный кабель AK19;
AK2 — соединительный кабель AK19; регистрирующая аппаратура — например, анализатор спектра A17-U2 ZETLab

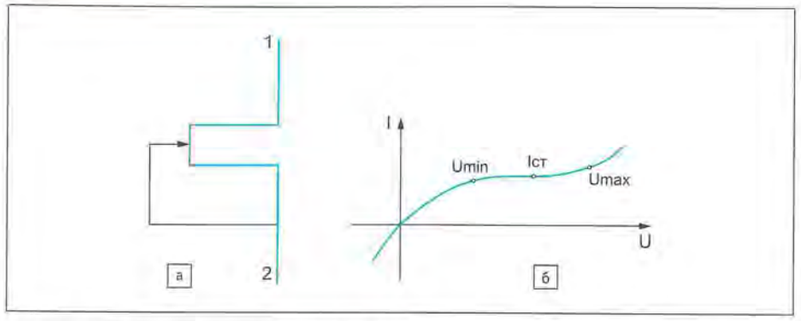


Рис. 9. Схема (а) и вольт-амперная характеристика (б) токостабилизирующего диода: U_{max} = 50 В, U_{min} = 15 В, стабилизированный ток I ±20%

теля [2, 5, 6] этих датчиков в том, что он разделен на две части, одна из которых расположена в корпусе датчика и содержит усилительный каскад, а другая часть предусилителя содержит согласующий резистор 2 кОм ±1% и разделительный конденсатор емкостью >10 мкФ×20 В, причем обе части соединены между собой двухпроводной линией связи максимальной длины до 100 м. Вибропреобразователи АР36 и АР71 имеют следующие особенности:

- электрическая изоляция пьезоэлемента и встроенного предусилителя от корпуса;
- низковольтное питание (9–15 В);
- низкая чувствительность к электромагнитным полям;
- низкий уровень собственных шумов.

К ограничению в применении АР36 и АР71 следует отнести необходимость оригинального согласующего устройства при использовании стандартной регистрирующей аппаратуры.

Схема подключения вибропреобразователей общего назначения АР98-100-3,3, АР98-100-5 с предусилителем с низковольтным питанием 3,3 и 5 В соответственно приведена на рис. 8. Низковольтное значение напряжения и тока питания предусилителя ограничивает динамический диапазон измеряемых ускорений.

Отмеченные у промышленных вибропреобразователей АР71, АР36 и общего назначения АР98-100-3,3, АР98-100-5 ограничения к применению отсутствуют в датчиках со встроенным предусилителем, электропитание которого производится постоянным током 2–20 мА при напряжении 15–30 В токостабилизирующим диодом, например серии J500 (схема и вольт-амперная характеристика последнего приведены на рис. 9). При этом электропитание и передача сигнала осуществляются также по двухпроводной линии связи.

Предусилитель [2, 5, 6] датчика состоит из двух частей, одна из них размещена в корпусе пьезоэлектрического вибропреобразователя и включает каскад усиления, а другая часть расположена вне корпуса и включает разделительный конденсатор емкостью >10 мкФ×35 В для отделения полезного сигнала от постоянной составляющей напряжения 8–13 В и специальный токостабилизирующий диод.

Расширение динамического диапазона достигается тем, что в усилительном каскаде предусилителя применяется динамическая нагрузка, в качестве которой использованы токостабилизирующий диод и дополнительный резистивный делитель, обеспечивающий оптимальный режим работы усилительного каскада при заданном коэффициенте усиления.

Действие предусилителя в широком диапазоне напряжений и токов источника питания достигается тем, что во второй части предусилителя применен специальный токостабилизирующий диод, включаемый через линию связи в исток полевого транзистора с изолированным затвором первой части предусилителя.

Величина тока питания зависит от длины соединительного кабеля (емкостной нагрузки) и условий эксплуатации датчика. Для работы датчика в заданном амплитудном диапазоне устройство питания должно обеспечивать постоянный ток, величина которого определяется зависимостью:

$$I_n = 2\pi \times U \times f \times C_0 \times l,$$

где U — размах напряжения сигнала на выходе, В; f — максимальное значение частоты

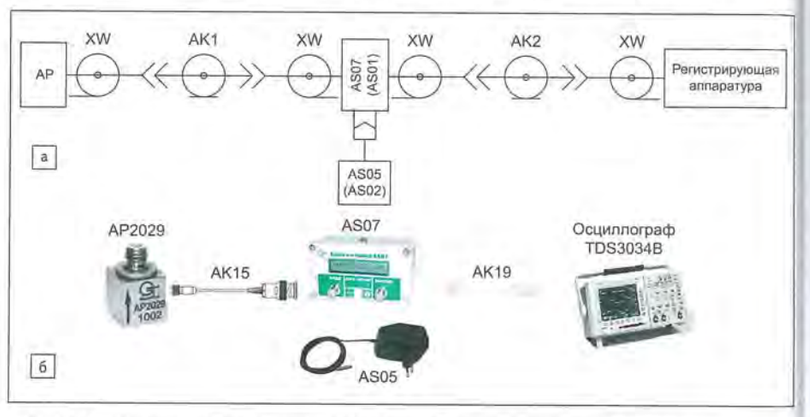


Рис. 10. Схема подключения (а) и ее реализация (б) для датчика с разъемным соединителем на выходе с блоками питания AS07, AS01:
AP — AP2029, AP2034, AP28-01, AP2037, AP98-01, AP91, AP91-01, AP2006, AP2050, AP99;
AS07, AS01 — блоки питания для датчиков со встроенной электроникой; AS05, AS02 — блок питания;
AK1 — соединительный кабель AK15, AK19, AK24, AK28, AK31; AK2 — соединительный кабель AK19;
регистрирующая аппаратура — например, цифровой осциллограф TDS3034B Tektronix

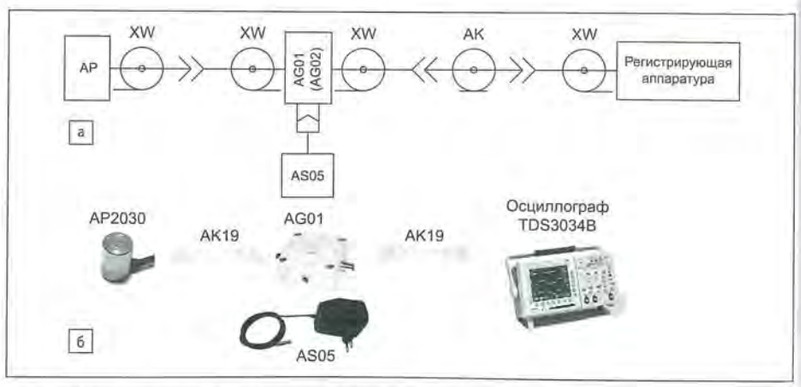


Рис. 11. Схема подключения (а) и ее реализация (б) для однокомпонентного датчика с неразъемной заделкой соединительного кабеля с согласующими устройствами AG01, AG02:
AP — AP2019, AP2030, AP2031, AP35, AP35-02, AP85, AP2078, AP2006-01;
AG01, AG02 — согласующие устройства; AS05 — блок питания; AK — соединительный кабель AK19;
регистрирующая аппаратура — например, цифровой осциллограф TDS3034B Tektronix

в диапазоне рабочих частот, Гц; C_0 — емкость погонного метра соединительного кабеля, пФ/м; l — длина соединительного кабеля, м.

Например, при размахе сигнала напряжения U = 10 В, в диапазоне частот до 10 кГц, емкости погонного метра кабеля C_0 = 100 пФ/м и длине l = 100 м ток питания I_n должен быть не менее 6 мА.

На рис. 10, 11 приведены схемы подключения вибропреобразователей к регистрирующей аппаратуре, в которой отсутствует электропитание встроенного предусилителя постоянным током специальным токостабилизирующим диодом.

Блоки питания AS07, AS01 в схеме подключения (рис. 10) осуществляют:

- элетропитание предусилителя, встроенного в датчик, передачу сигнала по двухпроводной линии связи и позволяют подключиться к регистрирующей аппаратуре соединительным кабелем длиной до 100 м;
- снижение (для AS07) влияния переходных процессов при переключении каналов по результатам измерения в низкочастотной области;
- согласование (для AS07) параметров, отображающих исследуемые механические величины, с параметрами сигналов (в частности, чувствительности) используемой регистрирующей аппаратуры.

Согласующее устройство в схеме подключения (рис. 11) осуществляет:

- электропитание предусилителя, встроенного в датчик, передачу сигнала по двухпроводной линии связи;
- снижение (для AG02) влияния переходных процессов, возникающих при переключении каналов, на результат измерения;
- подключение к регистрирующей аппаратуре соединительным кабелем длиной до 100 м.

Режим питания датчиков со встроенной электроникой обеспечивают усилители заряда и напряжения АР5020, АР5230-16, измерительные усилители заряда и напряжения АР5100, АР5110, АР5200, АР5200-4, АР5200-3, АР5200-8-19", АР5010-4.

На рис. 12 приведена схема подключения датчика со встроенной электроникой с усилителем заряда и напряжения АР5020. Усилитель АР5020 в схеме подключения рис. 12 обеспечивает:

- электропитание предусилителя, встроенного в датчик;
- передачу сигнала по двухпроводной линии связи;
- согласование параметров, отображающих исследуемые механические величины, с параметрами сигналов (в частности, чувствительности) используемой регистрирующей аппаратуры;
- управление режимом работы, включая режим нормирования через интерфейс USB;
- индикацию перегрузки;
- использование длинной линии связи (до 100 м).

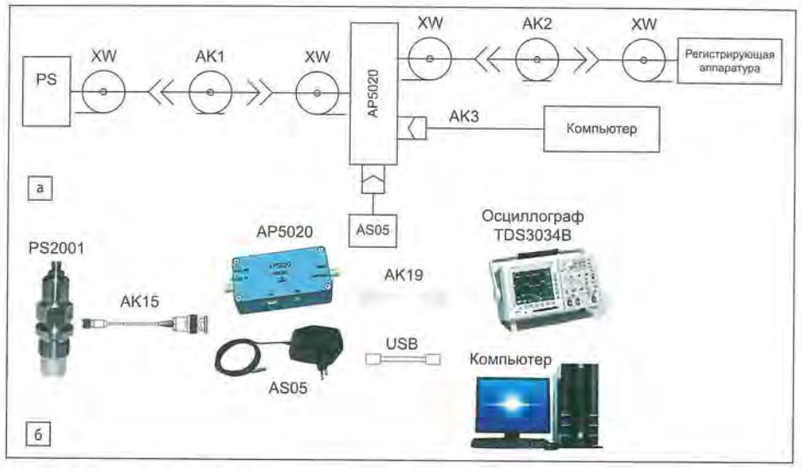


Рис. 12. Схема подключения (а) и ее реализация (б) для датчика давления с разъемным соединением с усилителем заряда и напряжения АР5020:
AP5020 — усилитель заряда и напряжения; AS05 — блок питания; PS — PS2001;
AK1 — соединительный кабель AK15, AK17, AK19, AK24, AK28, AK31;
AK2 — соединительный кабель AK19; AK3 — интерфейсный кабель USB;
регистрирующая аппаратура — например, цифровой осциллограф TDS3034 Tektronix

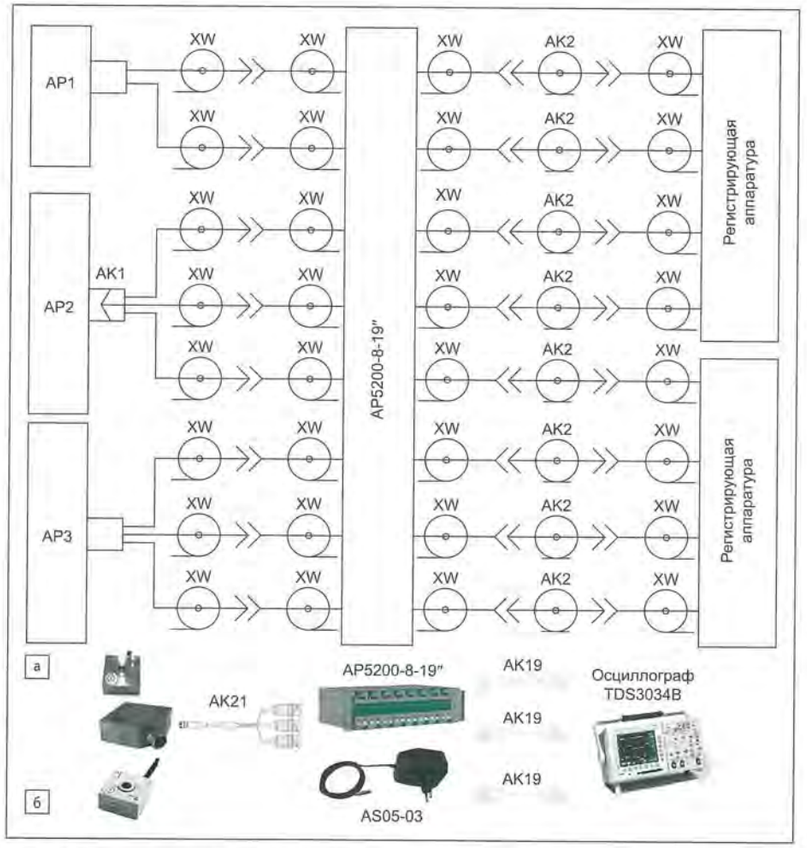


Рис. 13. Схема подключения (а) и ее реализация (б) для двухкомпонентного и трехкомпонентных датчиков с неразъемным и разъемным соединителем с измерительным усилителем напряжения и заряда AP5200-8-19":
AP1 — AP2028; AP2 — AP2038 P, AP2043, AP2082 M, AP2083; AP3 — AP2038, AP2081;
AP5200-8-19" — измерительный усилитель напряжения и заряда; AS05-03 — блок питания;
AK1 — соединительный кабель AK21; AK2 — соединительный кабель AK19;
регистрирующая аппаратура — например, цифровой осциллограф TDS3034B Tektronix

На рис. 13 показана схема подключения датчиков со встроенной электроникой с измерительным усилителем напряжения и заряда AP5200-8-19″. Измерительный усилитель AP5200-8-19″ в схеме подключения обеспечивает:

- электропитание предусилителя, встроенного в датчик, передачу сигнала по двухпроводной линии связи;
- возможность изменения (масштабирование) коэффициента усиления, усилителя для получения нормированного по выходу значения выходного напряжения;
- измерение среднеквадратического значения (СКЗ) виброускорения в м/с², виброскорости в мм/с в режиме нормирования.

На рис. 14 представлена схема подключения датчиков со встроенной электроникой с измерительным усилителем напряжения и заряда AP5100. Измерительный усилитель AP5100 в схеме подключения обеспечивает:

- электропитание предусилителя, встроенного в датчик, передачу сигнала по двухпроводной линии связи;
- возможность изменения (масштабирование) коэффициента усиления усилителя для получения нормализованного по выходу значения выходного напряжения;
- измерение среднеквадратичного значения (СКЗ) виброускорения в м/с², виброскорости в мм/с в режиме нормирования;
- интерфейсы для связи с компьютером RS-232 и USB;
- протокол измерения;
- возможность последовательного подключения 250 усилителей и идентификации конкретного экземпляра усилителя;
- режим тестирования работы усилителя.

В промышленных вибропреобразователях AP35T, AP35T-01, в преобразователях виброперемещения D100, преобразователях виброскорости AV02, AV02-01, AV02-02, AV02-03 выходным сигналом является ток промышленного стандарта 4–20 мА. Схема подключения датчиков с выходным сигналом тока промышленного стандарта 4–20 мА к контроллеру приведена на рис. 15.

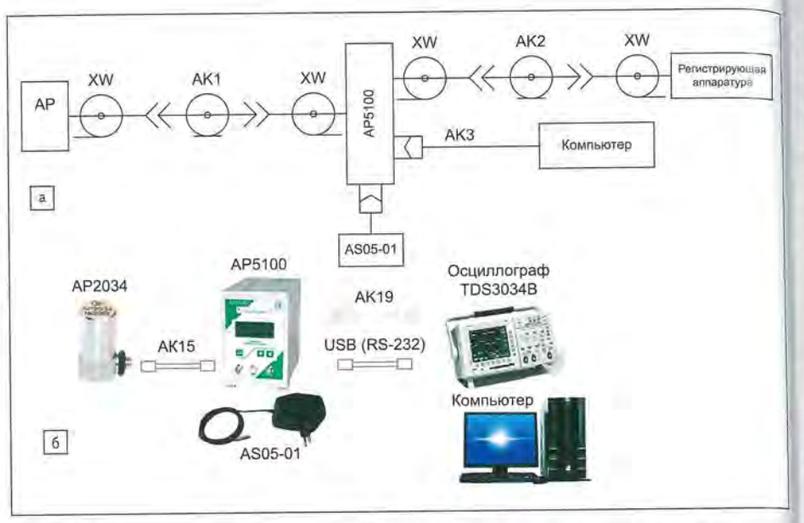


Рис. 14. Схема подключения (а) и ее реализация (б) для однокомпонентного датчика с разъемным соединителем с усилителем заряда и напряжения AP5020: AP — AP2029, AP2034, AP28, AP2037, AP98, AP2006, AP2050, AP99; AP5100 — измерительный усилитель; AS05-01 — блок питания; AK1 — соединительный кабель AK15, AK17, AK19, AK24, AK28, AK31; AK2 — соединительный кабель AK19; AK3 — интерфейсный кабель USB (RS-232); регистрирующая аппаратура — например, цифровой осциллограф TDS3034B Tektronix

В схеме подключения (рис. 15) формируется токовая петля, состоящая из датчика (AP, AV, AD), источника питания G1 и сопротивления нагрузки, включенного последовательно с ним. При изменении сигнала датчика меняется и ток в диапазоне 4–20 мА. Тот же самый ток, несущий информацию, предназначен для питания электронной схемы датчика. Поскольку минимальный ток в цепи равен 4 мА, его хватает для поддержания работы электронной схемы датчика. Ток, текущий в контуре, приводит к падению напряжения на сопротивлении нагрузки $R_{нагр.}$. Это падение напряжения является информационным сигналом, используемым для дальнейшей обработки. Достоинство двухпроводной передачи — независимость величины тока от сопротивления соединительных проводов, а следовательно, и от длины линии передачи (очевидно, что это утверждение справедливо только в определенных пределах).

Схема подключения преобразователей акустической эмиссии GT200U, GT250, GT350 к регистрирующей аппаратуре приведена на рис. 16.

Особенностью приведенной на рис. 16 схемы подключения является передача усиленных сигналов и напряжения питания по двухпроводной линии связи.

Перспективным направлением разрабатываемых систем технического диагностирования объектов контроля становится использование вибропреобразователей с цифровым выходом. Передача данных в цифровом коде имеет ряд достоинств, самое главное из них — высокая помехозащищенность. На рис. 17 приведена схема подключения вибропреобразователя AP35D с цифровым выходом RS-485.

Программное обеспечение AP35D Explorer позволяет реализовать:

- простой и наглядный интерфейс оператора;
- цифровое, шкальное и графическое отображение измеренных параметров вибрации;
- изменение цвета цифровых и шкальных индикаторов от зеленого к красному при изменении вибрации, соответственно, от нормального до предельного значения;
- аварийную индикацию;
- запись измеренных параметров вибрации (виброускорения и виброскорости) в файл;
- преобразование записанных данных в формат MS Excel;
- установку, сохранение и загрузку конфигурации;
- регистрацию показаний до 32 вибропреобразователей.

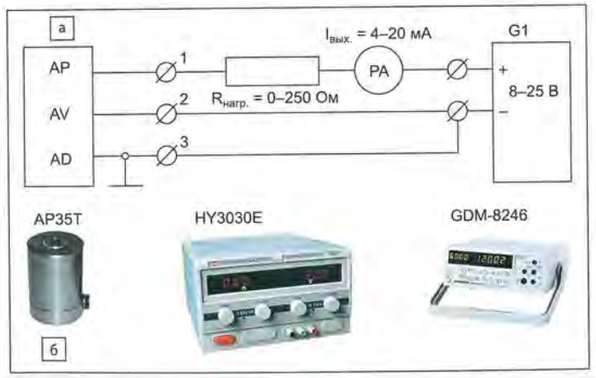


Рис. 15. Схема подключения (а) и ее реализация (б) для датчиков с выходным сигналом тока промышленного стандарта 4–20 мА к контроллеру: AP — AP35 T, AP35 T-01; AV — AV02, AV02-01, AV02-02, AV02-03; AD — D100; G1 — источник питания, например, HY3030E Mastech; регистрирующая аппаратура — например, цифровой мультиметр GDM-8246 Instek

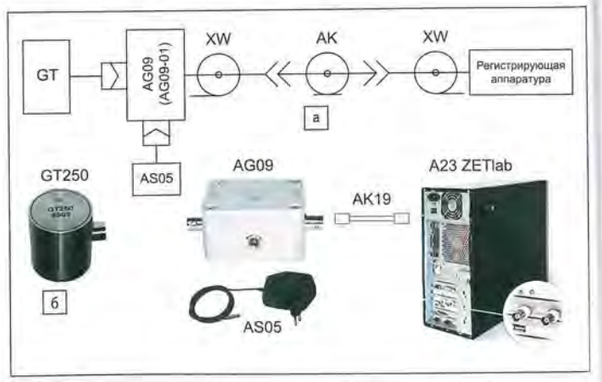


Рис. 16. Схема подключения (а) и ее реализация (б) для преобразователей акустической эмиссии GT200U, GT250, GT350 с согласующим устройством AG09: GT — GT200U, GT250, GT350; AG09 (AG09-01) — согласующее устройство; AS05 — блок питания; AK — соединительный кабель AK19; регистрирующая аппаратура — например, анализатор спектра A23 ZETlab

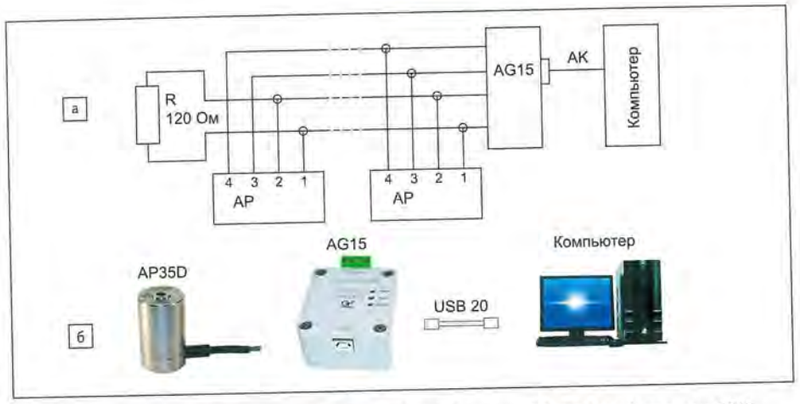


Рис. 17. Схема подключения (а) и ее реализация (б) для вибропреобразователей AP35D с преобразователем AG15: AP — AP35D; AG15 — преобразователь USB RS-485; AK — соединительный кабель USB

Схемы подключения вибровыключателей, виброконтроллеров, автономных датчиков мониторинга вибрации

В последние годы интенсивное развитие получила виброизмерительная аппаратура с функцией автоматического контроля состояния опасных производственных объектов. В том числе среди них можно назвать:

- вибровыключатели SV01, SV01-01, SV01-02 (рис. 18);
- виброконтроллеры AP5300, AP5300-01 (рис. 19);
- автономные датчики мониторинга вибрации АДМВ-01, АДМВ-02, АДМВ-05, АДМВ-06 (рис. 20).

Вибровыключатели SV [1, 3] предназначены для измерения виброскорости (в диапазоне частот 3–1000 Гц) объекта и выдачи сигнала превышения заданного уровня вибрации (величина задаваемого порога срабатывания (с. к. з.)/минимальный шаг задания порога срабатывания — 1–20/0,1; 20–100/0,5; 100–200/1) в виде замкнутых или разомкнутых контактов реле с параметрами:

- ток коммутации 15–500 мА;
- напряжение коммутации 15–30 В;
- падение напряжения при токах коммутации 15 и 500 мА, соответственно, <4 В и <7 В.

Для вибровыключателей SV не требуется дополнительного питания, передача сигнала осуществляется на расстояние до 100 м, основные параметры программируются под требования заказчика или самим заказчиком с помощью пульта SVProg. Вибровыключатели SV соответствуют требованиям ГОСТ ISO 10816.

На рис. 21 приведены примеры схем подключения вибровыключателя SV01. Для подсоединения SV01 к устройствам срабатывания (реле, индикаторной лампе) используется двухпроводная линия связи.

На рис. 22 показаны примеры схем подключения вибровыключателя SV01-01. Для подсоединения SV01-01 к устройствам срабатывания (реле, индикаторной лампе) применяется трехпроводная линия связи.

В схеме подключения (рис. 23) вибровыключатель SV01-02 осуществляет измерение и передачу с. к. з. виброскорости по стандартному токовому интерфейсу 4–20 мА по четырехпроводной линии связи. Диапазон измерения с. к. з. виброскорости и коэффициент преобразования по виброскорости в токовый сигнал устанавливается при выборе порога срабатывания.

Рис. 18. Вибровыключатели

Рис. 19. Виброконтроллеры

Рис. 20. Автономные датчики мониторинга вибрации

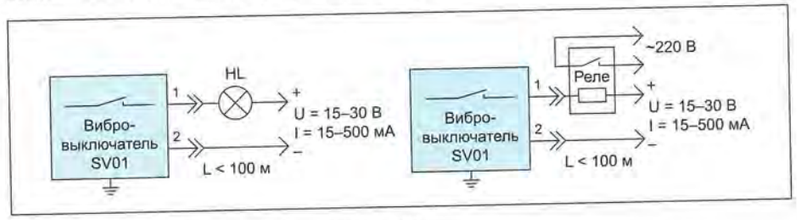


Рис. 21. Примеры схем подключения вибровыключателя SV01

Рис. 22. Примеры схем подключения вибровыключателя SV01-01

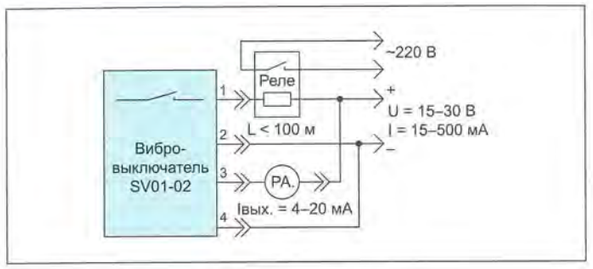


Рис. 23. Схема подключения вибровыключателя SV01-02

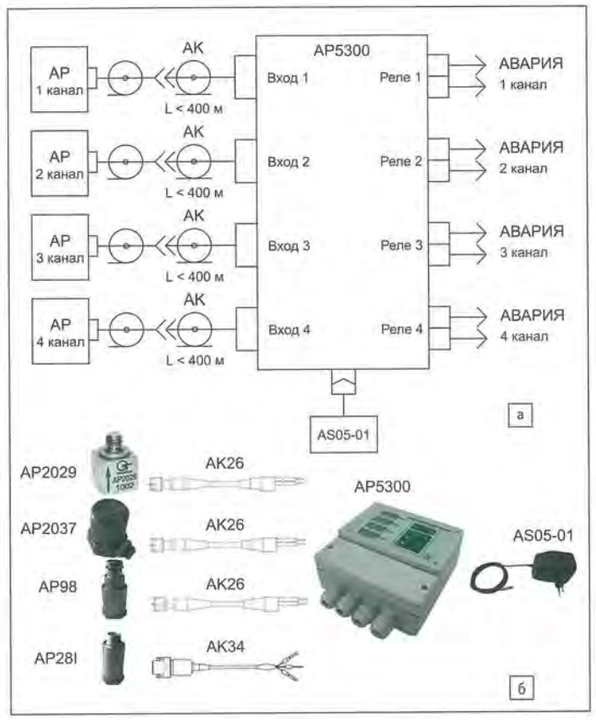


Рис. 24. Схема подключения (а) и ее реализация (б) для виброконтроллера AP5300 с датчиками с разъемным соединителем на выходе:
АР — AP2029, AP2034, AP28, AP28 B, AP28I, AP2037, AP98, AP2038P, AP2043, AP2082M, AP2083, AP91; AP5300 — виброконтроллер;
АК — соединительный кабель AK23, AK26, AK34; AS05-01 — блок питания

Виброконтроллеры AP5300, AP5300-1 предназначены для контроля виброскорости в диапазоне 0,2–20 мм/с (частотный диапазон 10–2000 Гц) объекта (четырех объектов для AP5300) и выдачи сигнала в виде замкнутого или разомкнутого «сухого» контакта (ток коммутации <1 А, напряжение коммутации <30 В) реле «АВАРИЯ» при превышении допустимого уровня вибрации. Встроенными индикаторами виброконтроллеров отображаются:

- величина измеряемой виброскорости;
- величина задаваемого порога срабатывания;
- коды ошибок при обрыве кабеля и выходе из строя вибропреобразователя;
- коэффициент преобразования используемого вибропреобразователя;
- заданное время превышения информационным сигналом порогового значения;
- состояние контактов реле «АВАРИЯ».

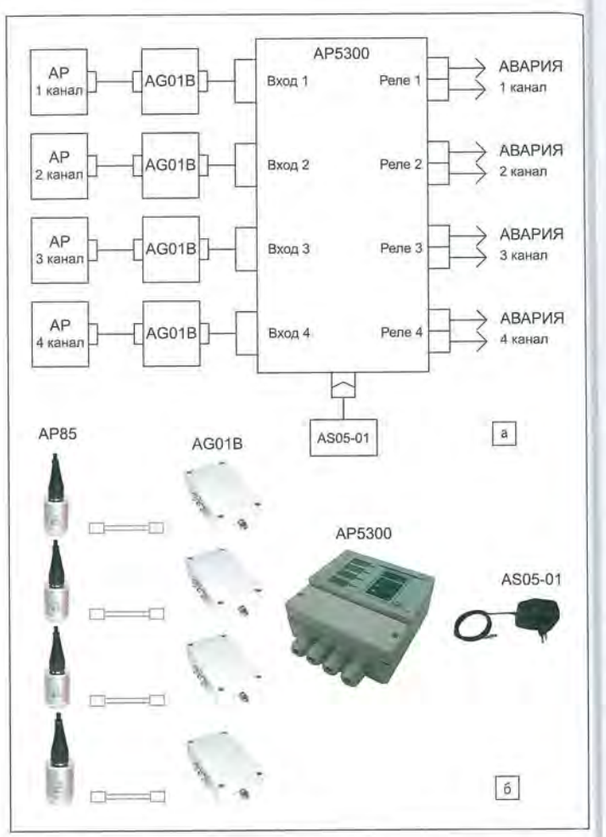


Рис. 25. Схема подключения (а) и ее реализация (б) для промышленных датчиков с неразъемной заделкой соединительного кабеля, установленных во взрывоопасной зоне, с согласующим устройством AG01B к виброконтроллеру AP5300:
АР — AP35, AP85; AP5300 — виброконтроллер;
AG01B — согласующее устройство с выходными искробезопасными параметрами: U_0 = 30 В, I_0 = 100 мА, C_0 = 0,05 мкФ, L0 = 1 мГн (монтируется на 35-мм DIN-рейку);
AS05-01 — блок питания

Виброконтроллеры AP5300, AP5300-1 обеспечивают режим питания датчиков со встроенной электроникой. Эти виброконтроллеры осуществляют:

- выдачу сигнала в виде замкнутого «сухого» контакта реле «ГОТОВНОСТЬ» при исправной работе датчика и виброконтроллера;
- ввод коэффициента преобразования используемого датчика;
- ввод состояния — замкнутое или разомкнутое — контактов реле «АВАРИЯ» (AP5300-1);
- в варианте исполнения AP5300-1I с USB и RS-485 интерфейсами управление виброконтроллером с компьютера.

На рис. 24 приведена схема подключения виброконтроллера AP5300 с датчиками со встроенной электроникой.

Подключение промышленных датчиков, устанавливаемых во взрывоопасной зоне, к виброконтроллеру AP5300 производится по схеме, показанной на рис. 25. Схема подключения датчиков к виброконтроллеру AP5300-1 приведена на рис. 26.

В отличие от вибровыключателей SV и виброконтроллеров AP5300, которые срабатывают при превышении вибрации пороговых уровней, автономные датчики мониторинга вибрации (АДМВ), предназначенные для мониторинга вибрации сооружений, измеряют вибрацию в соответствующем частотном диапазоне и имеют встроенный источник питания, а главное — в автономном режиме могут накапливать и хранить измеренные значения параметров вибрации в течение длительного срока.

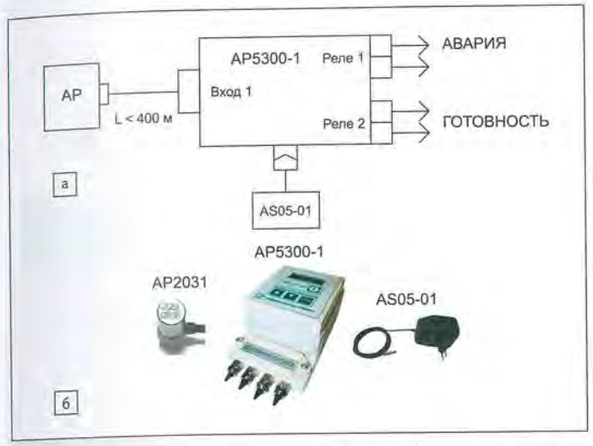


Рис. 26. Схема подключения (а) и ее реализация (б) для однокомпонентного датчика с неразъемным соединительным кабелем к виброконтроллеру AP5300-1:
АР — AP2019, AP2030, AP2031, AP85;
AP5300-1 — виброконтроллер; AS05-01 — блок питания

Помимо названных особенностей, общими для всех приборов семейства АДМВ (АДМВ-01, АДМВ-02, АДМВ-05, АДМВ-06) (рис. 20) являются:

- измерение параметров скорости или ускорения (для АДМВ-05, АДМВ-06 только ускорение) вибрации одновременно в трех взаимно перпендикулярных направлениях;
- управляемая (через интерфейс пользователя) длительность и периодичность измерений, которая должна соответствовать контролируемым процессам;
- время автономной работы (в режиме мониторинга без передачи информации) — до 3 месяцев (АДМВ-01, АДМВ-02);
- сигнализация превышения пороговых значений.

Чаще всего АДМВ применяется для контроля вибрации таких зданий и сооружений, на которые могут воздействовать:

- работающая вблизи строительная техника (общественные и жилые здания, сооружения);
- железнодорожный или автомобильный транспорт (общественные и жилые здания, сооружения);
- морские волнения (мосты, причалы, морские платформы);
- сильные порывы ветра (вышки, антенны, мачты, пилоны мостов) и т. п.

АДМВ-01 предназначен для мониторинга общего уровня вибрации и индикации превышения общего уровня. Под общим уровнем вибрации здесь понимается динамическая реакция объекта (механические колебания), измеряемая в ограниченном диапазоне частот, на воздействие основных источников возбуждения. Частотный диапазон, в котором сосредоточена основная энергия воздействия и отклика на него, как правило, ограничен полосой 3–200 Гц, используемой в данном приборе.

Конструктивно АДМВ-01 состоит из электронного блока и трехкомпонентного датчика с зарядовым выходом, смонтированных в одном корпусе. АДМВ-01 может сигнализировать о превышении заданных пользователем пределов измеряемых параметров вибрации отдельно по каждому из трех направлений. Индикация превышения осуществляется светодиодом, расположенным на корпусе прибора. Основные технические характеристики АДМВ-01 представлены в таблице. Интерфейс программы АДМВ-01 показан на рис. 27.

Автономный датчик мониторинга вибрации АДМВ-02 в дополнение к функциям АДМВ-01 обеспечивает дистанционную беспроводную сигнализацию превышения заданных пределов и передачу данных. К задачам, которые необходимо решать с помощью дистанционного мониторинга вибрации, можно отнести:

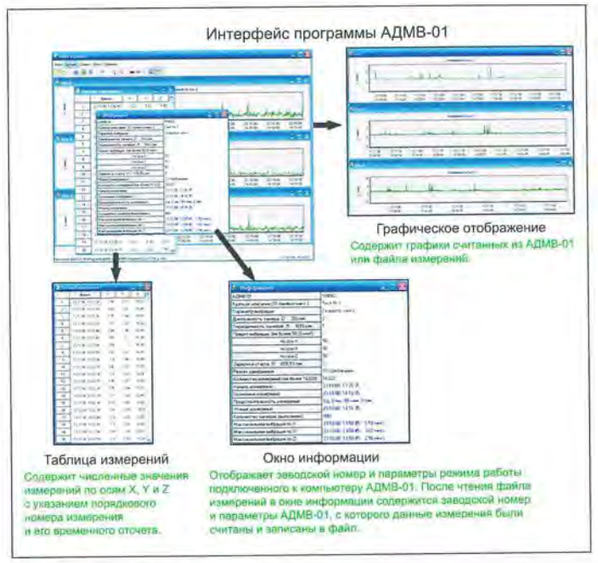


Рис. 27. Интерфейс программы АДМВ-01

Таблица. Основные технические характеристики АДМВ-01

Характеристика	АДМВ-01
Одновременное измерение вибрации по осям	X, Y, Z
Рабочий диапазон частот с затуханием на границах не более 1 дБ, Гц	3–200
Диапазон амплитуды измеряемого виброускорения, м/с²	0,05–50
Диапазон амплитуды измеряемой виброскорости, мм/с	0,05–50
Встроенный фильтр верхних частот со сладом амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) не менее 20 дБ/дек. и затуханием не более 1 дБ, Гц	3
Встроенный фильтр нижних частот со сладом АЧХ не менее 30 дБ/дек. и затуханием не более 1 дБ, Гц	200
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений виброускорения и виброскорости соответственно в диапазонах (0,5–50) м/с² и (0,5–50) мм/с, дБ	0,5
Суммарная нелинейность АЧХ в полосе частот измерения, не более, дБ	1
Длительность одного замера τ, с	20,2
Периодичность замеров t, с	5–600
Максимальное количество хранимых во внутренней памяти измеренных значений по каждой оси	16 320
Время непрерывной работы, месяцы	3
Диапазон рабочих температур, °С	−20...+60
Влажность окружающего воздуха, %	50–100
Габаритные размеры, мм	80×105×62
Масса, г	700
Питание от двух литиевых батарей типа SL-360P	3,6 В

- контроль технического состояния удаленного объекта или его части;
- контроль превышения предельных значений вибрации;
- контроль уровня динамического воздействия;
- выявление причин повышенной вибрации;
- необходимость прогнозирования изменения технического состояния.

Беспроводная передача данных по GSM/GPRS-каналу на заданный адрес электронной почты реализуется с помощью GPRS-модема и обеспечивает две важные функции прибора. Превышение измеряемым параметром вибрации заданного предела инициирует передачу уведомляющих и тревожных SMS-сообщений по GSM-каналу на один или более номеров сотового телефона оператора (до 4), заданных пользователем. Сигнал о превышении позволяет оператору своевременно среагировать на возникшую проблему и выбрать решение, способное предотвратить возможные последствия. Для обеспечения бесперебойного питания в режиме передачи SMS-сообщений и накопленных данных по GPRS-каналу предусмотрено питание от внешнего источника.

Автономный датчик мониторинга вибрации АДМВ-05 осуществляет одновременное измерение в низкочастотном диапазоне 0,5–2000 Гц по трем направлениям и запись временной реализации

во внутренней памяти (более 2 300 000 точек по каждому направлению) параметров вибрации в амплитудном диапазоне 0,02–150 м/с² в течение 14 дней. Максимальная длительность измерения до 4614 с. Максимальное количество хранимых во внутренней памяти измеренных значений по каждому направлению 23 068 672. Питание прибора обеспечивают две литиевые батареи типа SL-360P. В приборе предусмотрена сигнализация снижения напряжения питания до нижнего предельного уровня. Управление и считывание информации прибора осуществляется через порт USB. Схема подключения АДМВ-05 приведена на рис. 28.

Автономный датчик мониторинга вибрации АДМВ-06 осуществляет одновременное измерение в низкочастотном диапазоне 0,1–200 Гц по трем направлениям и накопление во внутренней памяти объемом 512 Мбайт параметров вибрации в амплитудном диапазоне 0,0005–15 м/с² в течение трех дней. В АДМВ-06 используются высокочувствительные датчики с зарядовым выходом, позволяющие реализовать высокий динамический диапазон до 90 дБ. Конструктивно электронный блок и датчики смонтированы в одном корпусе. Питание прибора обеспечивает встроенный Li-Ion-аккумулятор. В приборе предусмотрены:

- индикация заполнения встроенной памяти;
- индикация режима измерения;
- индикация снижения напряжения питания до нижнего предельного уровня.

Управление и считывание информации прибора осуществляется через порт USB.

Заключение

Возможности пьезоэлектрических датчиков определяются не только совокупностью их метрологических характеристик, не менее важной является корректность их подключения к регистрирующей аппаратуре.

Приведенные в статье практические рекомендации по выбору схем подключения пьезоэлектрических датчиков будут полезны широкому кругу специалистов, занятых измерением и анализом параметров динамических процессов.

Детальная проработка всех технических вопросов сопряжения датчиков с регистрирующей аппаратурой позволила компании ООО «ГлобалТест» гарантировать высокое качество измерений с помощью разработанных ею измерительных приборов.

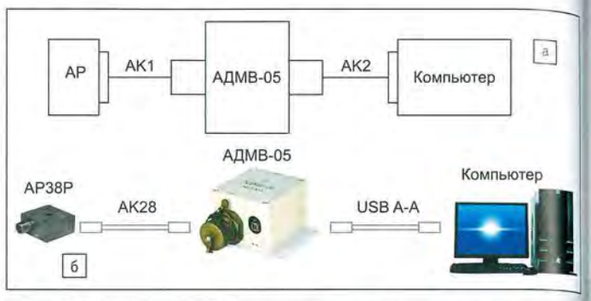


Рис. 28. Схема подключения (а) и пример ее реализации (б) автономного датчика мониторинга вибрации АДМВ-05:
АР — трехкомпонентный преобразователь с зарядовым выходом АР38 Р;
АДМВ-05 — автономный датчик мониторинга вибрации;
АК1 — соединительный кабель АК28; АК2 — интерфейсный кабель USB A-A

Примечание. *В продукции производства НПП «ГлобалТест» используются встроенные усилители с техническими решениями, защищенными патентами [5–7].*

Литература

1. Каталог фирмы «ГлобалТест» // www.globaltest.ru
2. Шарапов В. М., Мусиенко М. П., Шарапова Е. В. Пьезоэлектрические датчики. М.: Техносфера, 2006.
3. Архипкин Н. Ф., Редюшев А. А., Цыпленков А. Н. Электрические схемы подключения датчиков со встроенной электроникой // Вибрация машин. 2007. № 2 (9).
4. Кирпичёв А. А., Смирнов В. В., Редюшев А. А., Цыпленков А. Н. Виброконтрольная аппаратура ООО «ГлобалТест». Состояние и перспективы развития. В кн.: «Предотвращение аварий зданий и сооружений». Сб-к научн. трудов. Магнитогорск, 2010.
5. Патент на изобретение № 2152621. Кл. C1 G01 R15/09. Архипкин Н. Ф., Кирпичёв А. А., Редюшев А. А, Шведов А. В. Опубл. 10.07.2000.
6. Патент на изобретение № 2097772. Кл. МКИ G01 H15/09. Архипкин Н. Ф., Кирпичёв А. А., Редюшев А. А. Опубл. 27.11.97.
7. Патент на изобретение № 2400867. Кл. H01 2 41/08, G01P 15/09. Архипкин Н. Ф., Редюшев А. А., Симчук А. А., Цыпленков А. Н. Опубл. 27.10.2005.

Регистратор данных ускорений по трем осям MR450 от Micronor

Компания Micronor представила регистратор ускорений по трем осям MR450 — компактное автономное устройство, предназначенное для сбора данных. С его помощью можно будет оценить воздействия, которым подвергались дорогостоящие грузы в ходе транспортировки, высокотехнологичное промышленное оборудование в гарантийный период и арендованная техника в процессе эксплуатации.

Устройство размещено в алюминиевом корпусе со степенью защиты IP65, таким образом, его можно прочно закрепить на контролируемом объекте. Регистратор имеет встроенный USB-порт, посредством которого производится регистрация измеренных ускорений на флэш-накопитель. Настройки параметров регистрации позволяют установить режим записи и пороговые значения ускорений отдельно для каждой оси, при превышении которых осуществляется запись текущих измерений.

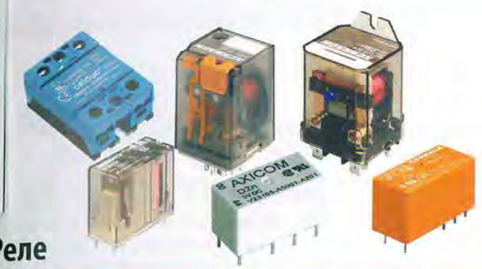
Один комплект из двух элементов питания типа АА обеспечивает автономную работу устройства до двух лет.

Также на флэш-накопитель, на который ведется регистрация данных, записаны настройки регистратора и программное обеспечение отображения сохраненной информации.

После доставки груза получателю, завершения гарантийного периода и т. д. регистратор может быть легко демонтирован и использован вновь при очередной отправке груза или запуске нового оборудования в работу на гарантийный период.

www.aviton.spb.ru

ЛУЧШИЕ РЕШЕНИЯ
ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА
ЮЕ-Интернейшнл


Реле

Разъемы

Клеммы

Контактирующие устройства

Автоматы

Контакторы

Переключатели и индикаторы

Промышленные джойстики

APEM Albright INTERNATIONAL CB electric low voltage celduc relais CONEC TECHNOLOGY IN CONNECTORS FUJITSU
OUNEVA OUNEVA GROUP ELEMATIC CABLING SYSTEMS TE connectivity VALUKUMPU OUNEVA GROUP YAMAICHI ELECTRONICS Pulse A TECHNITROL COMPANY

ЮЕ-Интернейшнл
www.yeint.ru
esupport@yeint.ru
lmeh@yeint.ru
Москва (495) 783-96-62
Санкт-Петербург (812) 313-34-40
Екатеринбург (343) 365-90-40
Новосибирск (383) 227-62-63
Самара (846) 264-80-47
Нижний Новгород (831) 220-59-64