

Датчики вибрации – ключевой элемент системы диагностики



В статье рассмотрены технические характеристики основных моделей датчиков виброскорости и виброускорения от компании «ИДМ-ПЛЮС» для использования в качестве первичных преобразователей в системах промышленной диагностики. Особое внимание уделено конструктивным решениям, позволяющим замещать зарубежные аналоги (PCB, STC, Bently Nevada) без изменения проектной документации и кабельных трасс.

Компания «ИДМ-ПЛЮС», Зеленоград, г. Москва

Для получения достоверных результатов вибромониторинга необходимо использовать надежные первичные преобразователи, стабильность параметров которых не ухудшается в процессе эксплуатации. Но в условиях разрыва логистических цепочек российские предприятия столкнулись с дефицитом качественного метрологического оборудования.

Компания «ИДМ-ПЛЮС», используя опыт, накопленный при замене изделий иностранного производства, выпустила серии датчиков ДВУ (виброускорения) и ДВС (виброскорости), которые представляют собой преобразователи в одно- и трехосевых исполнениях (рис. 1 и 2). Разработчики обеспечили поддержку полосы пропускания от 0,5 Гц до 10 кГц, что перекрывает диагностические потребности как для тихоходного оборудования (дымососы, гидроагрегаты), так и для высокооборотистых машин (турбины, компрессоры).

Анализ технологии: пьезокерамика vs МЭМС

Основой надежности датчиков является правильный выбор физического принципа измерения. В линей-

ке «ИДМ-ПЛЮС» приборы разделены на два технологических кластера в зависимости от задач.

Пьезокерамическая архитектура (Shear Mode)

В сериях ДВУ050, ДВУ500 и аналоговых ДВС использованы чувствительные элементы из пьезокерамики, работающие на сдвиг (Ceramic Shear). Почему это важно для разработчика?

- Термостабильность: конструкция «на сдвиг» практически невосприимчива к температурным деформациям основания датчика (пироэлектрический эффект). Это критично при диагностике горячего оборудования, где температура корпуса может достигать +120 °С.

- Высокий резонанс: собственная частота резонанса пьезодатчиков составляет 20–22 кГц. Это отодвигает точку искажения АЧХ далеко за пределы рабочего диапазона, обеспечивая линейность измерений до 10 кГц.

- Динамический диапазон: пьезокерамика фиксирует микровибрации и устойчива к ударным нагрузкам. Предельное ударное ускорение (Shock limit) для датчиков указанных серий составляет 2000 g (а для серии

ДВС100 – до 3000 g), что гарантирует выживаемость сенсора при случайных ударах во время монтажа или переходных процессах агрегата.

МЭМС-технологии для цифровизации

Для цифровых датчиков (серия ДВС050-3-С00) использованы микроэлектромеханические системы (МЭМС). Это позволяет разместить в компактном корпусе трехосевой акселерометр, микропроцессор и интерфейс RS-485. МЭМС-сенсоры подходят для построения систем «Индустрия 4.0», где важен не только исходный вибросигнал, но и первичная обработка данных «на борту».

Интерфейсы подключения: единый стандарт сигналов

Выходные сигналы датчиков вибрации были унифицированы, чтобы обеспечить совместимость с любыми типами контроллеров (ПЛК) и вибронализаторов. В классификаторе «ИДМ-ПЛЮС» принята следующая логика.

Индекс «Н» – напряжение (IEPE). Для вибродиагностики это стандарт. Встроенный усилитель заряда преобразует высокоимпедансный сигнал

Таблица 1. Характеристики датчиков ДВУ

Наименование	Количество осей	Максимальный входной сигнал, г	Тип выхода	Коэффициент преобразования, мВ/г	Частотный диапазон (-3 дБ), Гц	Тип крепления
ДВУ500-1-Н10-Ш6-ВК3	1	±500	IEPE	10	1–10 000	Шпилька на М6
ДВУ050-1-Н10-Р6-ВКМ3	1	±50	IEPE	100	0,5–10 000	Шпилька на М6
ДВУ050-3-Н10-Т5-ВК3	3	±50	IEPE	100	0,7–8000	3 сквозных отверстия под винты М5
ДВУ500-3-Н10-КЛ0-К5	3	±500	IEPE	10	0,5–10 000	Клей, герметик

Таблица 2. Характеристики датчиков ДВС

Наименование	Количество осей	Максимальный входной сигнал, мм/с	Тип выхода	Частотный диапазон (-3 дБ), Гц	Тип крепления
ДВС100-1-Н10-Р6-В0	1	100	IEPE	4–4000	Резьбовое отверстие М6
ДВС050-3-С00-Ш8-К3	3	50	RS-485	10–5000	Шпилька М8
ДВС050-1-Т20-Ш6-ВК3	1	20	4–20 мА	5–4000	Шпилька М6
ДВС020-1-Т20-Ш6-ВК3	3	20	4–20 мА	5–4000	2 отверстия под М6

с пьезоэлемента в низкоимпедансный сигнал напряжения.

► Параметры: питание осуществляется током 2–10 мА (Constant Current) при напряжении возбуждения 18–28 В. Напряжение смещения (Bias Voltage) составляет 10–12 В, что обеспечивает максимальный размах полезного сигнала.

► Особенности: возможность передачи сигнала на сотни метров по обычной витой паре и высокая помехозащищенность (Output Impedance < 100 Ом).

Индекс «Т» – токовая петля (4...20 мА). Датчики серии ДВС с индексом «Т20» имеют встроенный интегратор для определения сред-

неквадратичного значения виброскорости (RMS) и выходной интерфейс 4–20 мА.

► Такое решение позволяет подключать датчик напрямую к аналоговым входам АСУ ТП без использования промежуточных барьеров искрозащиты или вторичных блоков.

► Диапазон напряжения питания 15–36 В позволяет использовать стандартные блоки питания шкафов автоматики.

Индекс «С» – цифровой протокол (RS-485). Датчики с выходом Modbus RTU позволяют передавать данные виброскорости для трех осей, используя одну витую пару проводов. Это снижает стоимость кабельной продукции на объекте за счет использования топологии «гирлянда» (Daisy Chain).

Конструктивные особенности

Корпуса всех датчиков «ИДМ-ПЛЮС» изготовлены из аустенитной нержавеющей стали марок SS304 или SS316L. Использование лазерной сварки при сборке обеспечивает полную герметичность конструкции.

► Степень защиты IP68: конструкция полностью пыле- и влагонепроницаема. Датчики способны работать при длительном погружении в воду, что позволяет использовать их в затопляемых приемках насосных станций или на градирнях.

► Электромагнитная совместимость: в датчиках реализована схема с плавающей «землей» (Float Isolation) и двойным экранированием. Корпус



Рис. 1. Основные исполнения датчика ДВУ: а – ДВУ050-1-Н10-Р6-ВКМ3; б – ДВУ050-3-Н10-Т5-ВК3; в – ДВУ500-1-Н10-Ш6-ВК3



Рис. 2. Примеры исполнения датчика ДВС: а – ДВС100-1-Н10-Р6-В0; б – ДВС020-3-Т20-Р6-ВК3

датчика электрически изолирован от сигнальной цепи (сопротивление изоляции >100 МОм), что исключает появление «земляных петель» и наводок от силового оборудования.

► Маслостойкость: примененные уплотнители и материалы кабеля устойчивы к воздействию промышленных масел и СОЖ, что подтверждено эксплуатацией на станочном парке.

Инженерные решения сложных задач

Индекс «Р» — максимальная компактность. Для задач, где критична высота установки или требуется прямой монтаж на существующие шпильки оборудования, разработано исполнение с индексом «Р» (резьбовой интерфейс). В отличие от моделей с выступающей шпилькой, модификация «Р» имеет внутреннее резьбовое отверстие в подошве. Это позволяет использовать датчик как «универсальную голову» с любой переходной шпилькой (М6-М6, М6-М8, М6-М10), обеспечивая адаптацию к любому парку оборудования.

Защита в агрессивных средах (ВКМ). Для тяжелых условий эксплуатации (наличие металлической стружки, абразивной пыли, риск механических ударов) предусмотрено исполнение ВКМ. Это подключение через герметичный разъем с кабелем, помещенным в металлорукав из нержавеющей стали («броню»). Металлорукав механически защищает проводники и служит дополнительным экраном. Это решение значительно повышает живучесть системы мониторинга на ГОКах, металлургических комбинатах и в шахтах.

Совместимость: стандарт 1/4"-28 UNF

Одной из ключевых особенностей датчиков «ИДМ-ПЛЮС» является

Таблица 3. Технические данные датчиков ДВ (единый стандарт)

Параметр	Реализация в приборах
Количество осей измерения	<ul style="list-style-type: none"> • 1-осевое • 3-осевое
Тип выходного сигнала	<ul style="list-style-type: none"> • IEPЕ (В10), • ток 4...20 мА (Т20), • сетевой RS-485 Modbus (С00)
Чувствительность (базовая), мВ/г	100 (подходит для агрегатов мощностью до 300 кВт)
Пределы измерения	<ul style="list-style-type: none"> • до 500 г (виброускорение) • до 100 мм/с (виброскорость)
Диапазон рабочих температур, °С	От -50 до +120 (в зависимости от исполнения)
Степень защиты корпуса	IP68 (полная защита при длительном погружении в воду)
Монтажные интерфейсы	<ul style="list-style-type: none"> • шпилька (Ш), • резьбовое отверстие (Р), • клей (КЛ), • магнит (МГ)
Типоразмеры резьбы	М5, М6, М8, М10, М12, а также 1/4"-28 UNF

полная механическая и электрическая совместимость с мировыми стандартами (табл. 3). В частности, имеется исполнение с дюймовой резьбой 1/4 дюйма с мелким шагом (1/4"-28 UNF). Этот стандарт является основным для ведущих мировых брендов, таких как РСВ Piezotronics, СТС, Bently Nevada. Использование кода Р1/4 или адаптера Ш1/4 в классификаторе позволяет производить замену импортных датчиков на изделия «ИДМ-ПЛЮС» по принципу «Plug & Play» — открутил один, установил другой. Это исключает необходимость слесарных работ по переделке посадочных мест на корпусах двигателей и насосов.

Заключение

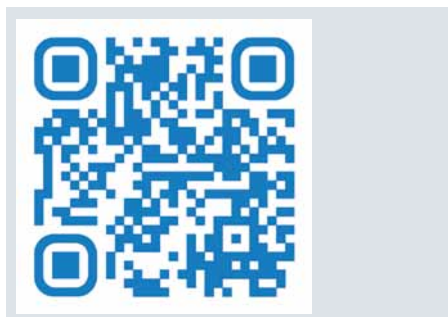
Сегодня ведется работа по включению датчиков вибрации «ИДМ-ПЛЮС» в Государственный реестр средств измерений.

«ИДМ-ПЛЮС» является российским производителем, что позволяет осуществлять отгрузки и поставки оперативно, существенно снижая логистические риски для заказчиков.

Предусмотрена возможность изготовления кабельных сборок требуемой длины (3, 5, 10 м и более) с различными типами разъемов, включая МП С-5015, М12 и Binder, в зависимости от требований конкретного проекта.

Наряду с рассмотренными в статье датчиками вибрации, компания «ИДМ-ПЛЮС» выпускает датчики и других физических величин — положения, перемещения, тока и напряжения, а также сервоприводы серии КОРСТ. Ведется разработка как серийных изделий, так и кастомизированных, под требования индивидуальных проектов. Одно из направлений работы — импортозамещение. В частности, компания выпускает датчики, аналогичные оборудованию LEM, Leine&Linde, Baumer и других производителей.

Компания «ИДМ-ПЛЮС»,
Зеленоград, г. Москва,
тел.: +7 (495) 018-1231,
эл. почта: sales@idm-plus.ru,
сайт: www.idm-plus.ru



Все дублируется в новостной ленте Дзена

