

ViBlock – система вибрационного и температурного мониторинга, диагностики дефектов, контроля остаточного ресурса и управления эксплуатацией насосов и вентиляторов

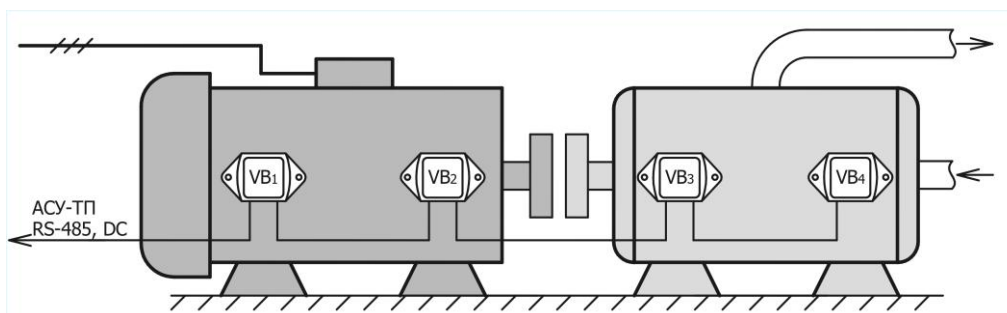


Рис. 1. Структура системы мониторинга насосного оборудования, созданной на основе комплексных датчиков марки ViBlock с подключением к системе АСУ-ТП при помощи проводного интерфейса связи RS-485.

Единственным способом создания эффективных по функциям и бюджетных по стоимости систем мониторинга вращающегося оборудования является использование современных микропроцессорных приборов с элементами искусственного интеллекта и цифровых двойников.

Примером такой практически ориентированной системы мониторинга и диагностики вращающегося оборудования является система марки ViBlock. Эта система создана на основе универсальных функционально законченных компактных приборов ViBlock - современных multifunctional датчиков вибрации нового поколения.

При помощи этих датчиков контролируются вибрационные параметры, в автоматическом режиме производятся диагностика дефектов и оценка технического состояния. В ViBlock автоматически формируются рекомендации по эффективному управлению эксплуатацией и ремонтами наиболее распространенного технологического оборудования – насосов и вентиляторов различных модификаций.



Рис. 2. Универсальный комплексный датчик системы мониторинга ViBlock с проводным интерфейсом связи для подключения к системе АСУ-ТП.

Конструктивно датчик выполнен на металлическом основании, внешний корпус датчика изготовлен литьем из пластика. При помощи двух кабелей типа витая пара датчики собираются в последовательную цепь. По одной витой паре в датчики подается напряжение для питания встроенной электроники: 12-48В, 1Вт на каждый датчик.

Вторая пара служит для подключения внешнего интерфейса связи типа RS-485.

Для применения в сложных условиях эксплуатации может быть использована версия датчика ViBlock, поставляемого в полностью металлическом корпусе (см рисунок 3).



Рис. 3. Датчик марки ViBlock с интерфейсом связи RS-485 в металлическом корпусе.

Технические возможности универсального датчика марки ViBlock.

При помощи встроенных датчиков и интеллектуального программного обеспечения ViBlock позволяет в автоматическом режиме решать все наиболее важные вопросы оптимального управления эксплуатацией и обслуживанием оборудования:

- Измерять и анализировать вибрационные и температурные параметры оборудования.
- При помощи экспертной системы проводить диагностику дефектов оборудования.
- Оперативно оценивать текущее техническое состояние вращающегося оборудования.
- Вести учет времени реальной наработки.
- Оценивать остаточный технический ресурс оборудования – определять оставшееся время работы до момента перехода в категорию «предаварийное состояние».

Алгоритм работы датчиков системы ViBlock.

Параметры вибрационного состояния оборудования контролируются датчиком ViBlock при помощи встроенного трехкоординатного акселерометра. Производится регистрация вибрационных сигналов, проводится их обработка, выполняется расчет интегральных параметров, анализируется спектральный состав вибросигналов.

По измеренным и рассчитанным параметрам вибрационных сигналов встроенная экспертная система оперативно проводит диагностику дефектов оборудования, оценивает степень их развития.

Использование в ViBlock для каждой единицы контролируемого оборудования самонастраивающихся математических моделей позволяет оперативно определять самый важный эксплуатационный и технологический параметр: остаточный ресурс в размерности оставшегося времени работы.

Данные измеренных вибрационных и температурных параметров оборудования, а также результаты работы встроенных в ViBlock экспертных алгоритмов, по проводному интерфейсу оперативно передаются в систему АСУ-ТП.

При помощи системы АСУ-ТП решаются все основные вопросы управления эксплуатацией оборудования:

- Производится визуализация информации о техническом состоянии контролируемого оборудования на экране компьютера.
- Автоматически формируются необходимые отчетные документы о техническом состоянии оборудования и его остаточном ресурсе.
- Составляется оптимальный график проведения ремонтных работ с указанием перечня дефектов, выявленных экспертной системой в оборудовании на момент последнего измерения.

Диагностические возможности датчиков марки ViBlock.

Устройство вибрационного мониторинга марки ViBlock предназначено для контроля наиболее важных технических параметров оборудования.

В зависимости от места монтажа программой автоматически диагностируются дефекты, свойственные каждому типу оборудования. Для примера:

- Для электродвигателей выявляются дефекты подшипников качения и скольжения, контролируется наличие небалансов и электромагнитных проблем.
- Для насосов контролируется состояние подшипников, небаланс и состояние проточной части (лопаток насоса).
- Для вентиляторов дополнительно оценивается техническое состояние лопаточного аппарата.

Для каждого типа оборудования используются свои диагностические правила, список которых может быть дополнен в процессе эксплуатации.

Расчет остаточного ресурса оборудования.

Расчет остаточного ресурса оборудования в программном обеспечении ViBlock производится с использованием адаптивных математических моделей, которые учитывают особенности эксплуатации каждой единицы контролируемого оборудования.

Для повышения точности расчетов в математических моделях, которые получают уникальными для каждого контролируемого агрегата, необходимо оперативно и

комплексно учитывать два динамических процесса, непосредственно определяющих текущее техническое состояние:

- Естественное (нормальное) ухудшение технического состояния в процессе работы в режимах, близких к номинальным.
- Ускоренное (ненормальное) изменение параметров технического состояния, связанное с появлением и ускоренным саморазвитием дефектных состояний различной природы, часто приводящих к генерации вторичных дефектных состояний.

В зависимости от типа возникшего дефекта и интенсивности его развития скорость изменения технического состояния может изменяться в разы, что может очень сильно повлиять на точность расчета остаточного ресурса.

По этой причине в программном обеспечении ViBlock для формирования рекомендаций по эффективному управлению эксплуатацией оборудования используются самонастраивающиеся математические модели (цифровые двойники), параметры которых учитывают реальные условия эксплуатации каждой единицы оборудования и наличия в них дефектных состояний.

Интерфейсы связи ViBlock с АСУ-ТП.

Вся информация о текущем техническом состоянии оборудования от ViBlock передается в систему АСУ-ТП при помощи стандартного проводного интерфейса связи марки RS-485.

Для расширения возможностей датчика ViBlock выпускаются с беспроводными интерфейсами связи Bluetooth или Lora. Внешний вид беспроводного датчика ViBlock показан на рисунке 4.

Беспроводной интерфейс связи Bluetooth используется для оперативной передачи первичной вибрационной и итоговой диагностической информации, включая форму сигнала и спектры. Недостатком этого интерфейса является сравнительно небольшой радиус действия, до 10–30 метров.



Рис. 4. Датчик марки ViBlock с беспроводным интерфейсом связи с системой АСУ-ТП.

При помощи Bluetooth со смартфона или с удаленного компьютера через специализированный модуль беспроводной связи марки WDM-T можно производить оперативную настройку параметров работы системы мониторинга.

При помощи интерфейса беспроводной связи марки LoRa (Long Range) информация о результатах работы системы мониторинга может передаваться на большие расстояния, до нескольких километров.

При использовании этого интерфейса возможна передача только небольшого объема данных - это плата за большую дальность. Реально в ViBlock это

интегральные параметры вибрационных сигналов и основные результаты работы экспертной системы.

Важным достоинством применения беспроводного интерфейса LoRa является высокий уровень информационной безопасности за счет использования шифрования передаваемых данных.

Оптимальные схемы монтажа приборов ViBlock на насосах и вентиляторах.

Оптимальная по своим функциональным возможностям система мониторинга насосного оборудования приведена в начале статьи на рисунке 1. Она включает в себя четыре универсальных датчика марки ViBlock, установленных на каждом опорном подшипнике электродвигателя и двух опорного насоса.

Датчики связаны между собой последовательно при помощи общего кабеля типа витая пара, по которому подается питание DC и осуществляется информационный обмен с системой АСУ-ТП.

Достоинством системы мониторинга, состоящей из 4 датчиков ViBlock, является то, что она максимально точно показывает, какой опорный подшипник агрегата (при необходимости) нуждается в замене.

Если в состав агрегата входит консольный насос, то для его контроля достаточно использовать один датчик ViBlock, так как подшипники расположены близко друг к другу. В итоге весь агрегат будет контролироваться тремя датчиками.

Если целевой функцией при создании системы вибрационного мониторинга на основе использования датчиков ViBlock является общая диагностика и оценка

технического состояния, а также формирование рекомендаций по управлению эксплуатацией роторного оборудования, то объем технических средств можно уменьшить. Достаточно ограничиться двумя датчиками, по одному на электродвигателе и на насосе (вентиляторе), как это приведено на рисунке 5.

Такая система мониторинга имеет максимально низкую стоимость поставки технических средств и рекомендуется для использования с насосными агрегатами мощностью до 50 кВт.

Система мониторинга с двумя датчиками марки ViBlock может быть использована для контроля технического состояния и управления эксплуатацией более мощных насосов и вентиляторов, но, как уже было отмечено выше, ее экспертные возможности не позволяют точно указать дефектный подшипник.

Экспертная система, являющаяся частью программного обеспечения датчика, выявит наличие проблем в опорных подшипниках, но не сможет указать, в каком подшипнике механизма находится выявленный дефект.

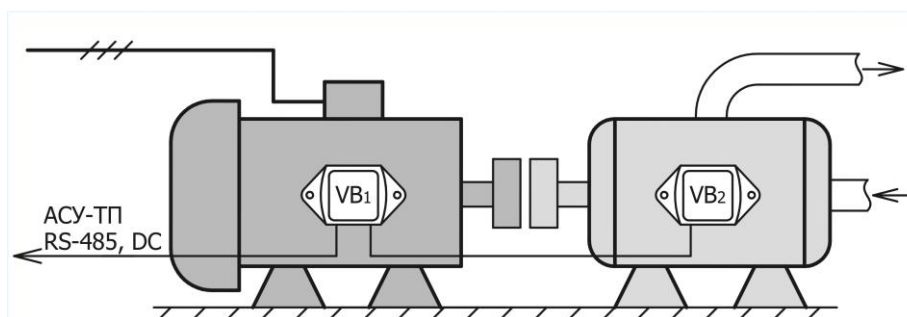


Рис. 5. Структура системы вибрационного мониторинга насосного оборудования, созданной на основе двух комплексных датчиков марки ViBlock.

Две приведенные выше технические реализации систем вибрационного мониторинга (рисунки 1 и 5) предусматривают наличие на предприятии ранее созданных технологических систем АСУ-ТП. В эти комплексные системы предлагаемые подсистемы управления эксплуатацией роторного оборудования, созданные на основе комплексных датчиков марки ViBlock, подключаются как дополнительные.

Достаточно часто системы вибрационного мониторинга вращающегося оборудования монтируются там, где централизованные системы типа АСУ-ТП отсутствуют, или же там, где АСУ-ТП есть, но интегрирование в их состав невозможно, чаще всего по причинам выполнения правил информационной безопасности.

В этом случае в состав технических средств систем вибрационного мониторинга ViBlock необходимо включать средства визуального отображения первично

зарегистрированной и дополнительно обработанной встроенной экспертной системой датчиков ViBlock информации.

Поскольку вся регистрация сигналов и их экспертная обработка производится непосредственно в самих датчиках, то в выходной информации ViBlock есть сведения об измеренных вибрационных параметрах, выявленных дефектах, о текущем техническом состоянии подшипников и механизмов, а также о рекомендуемых сроках проведения ремонтных работ.

По этой причине к приборам визуализации информации, получаемой от датчиков марки ViBlock, предъявляются достаточно простые требования по составу имеющихся в них функций.

Минимальные требования к автономным приборам, которые могут быть использованы с датчиками ViBlock систем мониторинга: визуализация полученных данных и информирование персонала о моменте возникновения



ухудшенного и предаварийного состояния контролируемого оборудования.

Максимальные требования к таким приборам: возможность хранения информации о предыдущих периодах эксплуатации оборудования и возможность передачи данных в локальную сеть предприятия.

Фирмой Вибро-Центр для этих целей выпускается монитор вибрационных сигналов марки VTT Monitor.



Рис. 6. Прибор марки VTT Monitor для создания локальных систем мониторинга на основе комплексных датчиков ViBlock.

Технические возможности VTT Monitor:

- Наличие цветного графического экрана с разрешением 320 * 480 точек.
- Возможность комплексной обработки информации от нескольких датчиков ViBlock, дополнительно позволяющей выявлять дефекты уровня «агрегат», например, расцентровки валов механизмов.
- Использование дополнительного датчика IFCT-5, позволяющего контролировать ток, потребляемый электродвигателем. Это дает возможность выявлять перегрузки электродвигателя, по спектру тока находить дефекты короткозамкнутой клетки ротора.
- Встроенная база данных для хранения информации об изменении технического состояния контролируемого оборудования. Объем памяти прибора составляет 256 Мб.
- Возможность подключения к локальной вычислительной сети предприятия с использованием проводного интерфейса RS-485.
- Встроенный в прибор блок питания для датчиков ViBlock, позволяющий подключать к одному прибору до 8 датчиков.
- Габаритные размеры прибора составляют 220*160*90 мм, масса прибора не более 1,5 кг.

На рисунке 7 приведены примеры технической реализации двух систем мониторинга, основанных на использовании в качестве главного модуля прибора марки VTT Monitor.

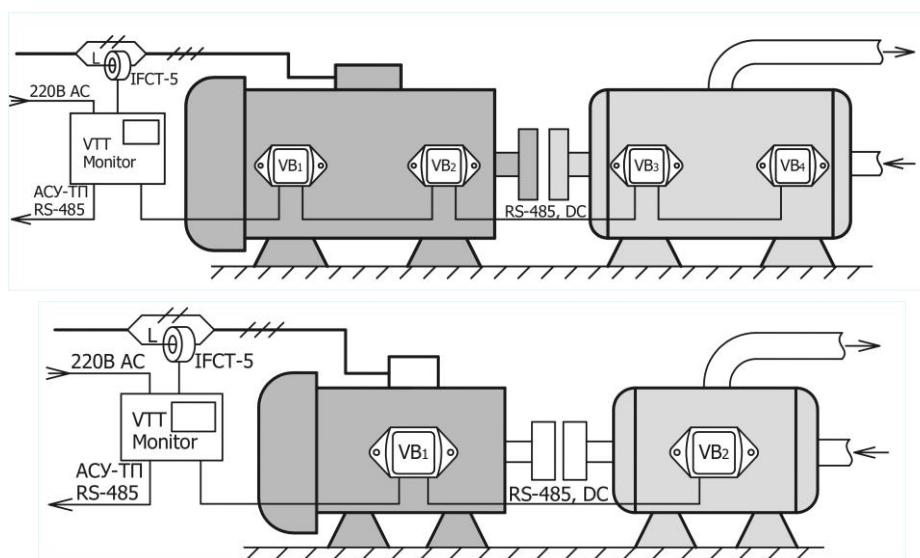


Рис. 7. Структура системы мониторинга насосного оборудования, созданной на основе комплексных датчиков марки ViBlock с использованием локальных приборов отображения технического состояния марки VTT Monitor.

Экономический эффект от использования системы ViBlock.

Программно-технический комплекс, включающий в себя устройства марки ViBlock и программу мониторинга ViBase, обладает всем набором свойств, необходимых для оптимального управления эксплуатацией оборудования.

Благодаря применению современных 3D датчиков вибрации, процессоров с низким энергопотреблением общая цена системы вибрационного мониторинга на основе устройств марки ViBlock сравнительно низкая.

По сравнению с обычно применяемыми на практике системами вибрационного мониторинга, использующими классические датчики вибрации, применение современных интеллектуальных датчиков марки ViBlock в разы снижает стоимость поставки технических средств мониторинга.

При этом, несмотря на меньшую стоимость, диагностические возможности системы на основе ViBlock ни в чем не уступают, а, на наш взгляд, и превосходят по своей эффективности другие, большие и более дорогие системы вибрационного мониторинга.



Встроенная в ViBlock автоматизированная функция расчета остаточного ресурса оборудования, основанная на использовании адаптивных математических моделей и цифровых двойников, является уникальным предложением. Благодаря наличию этой функции ViBlock можно называть не просто системой вибрационного мониторинга, а эффективной системой оптимального управления эксплуатацией вращающегося оборудования.

Датчики ViBlock прошли необходимые сертификационные испытания. Регистрационный номер 81158-20 (беспроводной), 95116-25 ViBlock-N, ViBlock-N (M) (проводной).

Для предприятий с особыми условиями эксплуатации оборудования поставляется специализированная беспроводная версия датчика ViBlock в искробезопасном исполнении. Она предназначена для работы в опасных средах (маркировка IEx ib IIA T3 Gb X).

Технические параметры датчика ViBlock.

Количество каналов контроля вибрации	3
Диапазон контролируемых частот, Гц	10÷1000
- низкочастотная версия датчика, Гц	0,5÷200,0
Встроенный датчик температуры	Да
Температура эксплуатации прибора, °С	-40÷+70
Интерфейс связи с системой АСУ-ТП	RS-485
Беспроводной интерфейс связи (опция)	Bluetooth
Работа от батареи (версия Bluetooth)	До 5 лет
Размеры прибора ViBlock, мм	42*62*116
Напряжение источника питания, В	12÷48
Масса прибора, кг	0,25

По заказу может быть поставлена низкочастотная версия датчика ViBlock, предназначенная для контроля низкооборотного оборудования с частотой вращения от 30 оборотов в минуту.