

УДК 621.31

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ВИБРОДИАГНОСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Кузнецов Ю.В., студент гр. ЭАм-191, I курс

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Системы вибродиагностики представлены на рынке тремя основными группами: портативные (переносные), полустационарные (стендовые) и стационарные системы. Применение той или иной системы зависит от сложности поставленной задачи.

Переносные портативные системы оптимальны для массового обслуживания группы однорежимных (однотипных) машин и выявления в них типовых дефектов. Они характеризуются простотой использования, высокой скоростью диагностических измерений, наличием одного или двух измерительных каналов, комплексным анализом сразу нескольких диагностических признаков, большими интервалами между измерениями (больше месяца) [1].

Полустационарные (мобильные, стендовые) системы вибродиагностики совмещают в себе достоинства портативных и стационарных систем и используются для проведения специальных диагностических исследований. Стендовые системы характеризуются многоканальностью (4-24 и более каналов с возможностью синхронизации, записи и анализа сигналов, включая и сигналы других физических величин), возможностью запоминания больших объемов информации в режиме онлайн, включая сохранение большого числа измеряемых сигналов, без искажений и потери информации и увеличенной длительностью измерений, позволяющей обнаруживать редко проявляющиеся дефекты или выявлять причины опасного роста вибрации. Использование мобильных систем позволяет:

- измерять общий уровень вибрации в контролируемой полосе частот;
- сигнализировать о превышении допустимого уровня вибрации;
- проводить вибродиагностику машин в неустановившихся режимах работы (разгон-выбег) и в онлайн режиме предотвращать отказ машины на пуске;
- проводить вибродиагностику машин на этапах испытания;
- обнаруживать скрытые дефекты изготовления, ремонта, обслуживания;
- прогнозировать остаточный ресурс машины с опасными дефектами;
- оценивать последствия работы машины после незапланированных перегрузок;
- проводить многорежимную балансировку роторов.

Рассмотрим Мобильную систему технического диагностирования (МСТД) АО «Технические системы и технологии».

МСТД обеспечивает сбор, обработку и хранение вибрационной информации, автоматическое диагностирование, а также обеспечивает визуализацию результатов контроля и диагностики. Возможности системы:

- осуществление виброконтроля (измерение общего уровня вибрации в контролируемой полосе частот) с оповещением пользователя о превышении допустимого уровня вибрации;
- интеграция в сеть предприятия и обеспечение возможности наблюдения за работой системы с любого компьютера подключенного в сеть предприятия и обладающего соответствующими правами доступа к данным;
- лёгкая адаптация к различному типу оборудования путем конфигурирования ПО. Конструктивные особенности системы позволяют осуществлять легкий и быстрый монтаж и демонтаж;
- измерение фазы вибрации;
- автоматическое диагностирование узлов оборудования (определение дефектного узла, вида и степени развития дефекта), определение ресурса безаварийной эксплуатации и выдачу рекомендаций по дальнейшей эксплуатации оборудования;
- реализован алгоритм для проведения многофункционального ручного анализа и обеспечения экспорта необработанных данных для обработки в другие системы;
- система позволяет диагностировать оборудование в условиях агрессивных сред, повышенной влажности и запыленности.

Датчики вибрации, тахометрии и параметрии (температуры, давления, тока) устанавливаются непосредственно на диагностируемых узлах и соединяются с мобильным блоком обработки сигналов (МБОС ТСТ 4150). МБОС осуществляет прием и измерение сигналов от первичных измерительных преобразователей, осуществляет цифровую фильтрацию сигналов вибрации полосовыми фильтрами, производит измерение спектров вибросигналов. МБОС осуществляет обработку и хранение вибрационной информации в базе данных, хранение конфигурационных параметров системы, решает задачи диагностирования узлов оборудования по вибрационным параметрам. МБОС выдает данные вибрационного контроля и диагностики на модуль отображения информации, а также в сеть предприятия по Wi-Fi, через сетевые коммутаторы. Доступ к диагностической информации в режиме реального времени возможен через спутниковую сеть GSM, если рабочее место оснащено GSM модемом. Отображение информации производится в виде мнемосхем, диаграмм, графиков и таблиц [2].

Рассмотрим мобильный стендовый комплекс ЯШМА производства компании ДИАМЕХ 2000. Комплекс используется для периодического контроля большого количества однотипного оборудования в рамках входного (предремонтного или приёмо-сдаточного) и выходного (послеремонтного) контроля или специальных исследований. Он может быть установлен стационарно для организации стендовых испытаний серийной продукции, либо использоваться в качестве мобильной исследовательской системы для проведения расширенных испытаний непосредственно на работающем оборудовании. Комплекс

позволяет производить синхронные непрерывные измерения, регистрацию и отображение всех контролируемых параметров в режиме реального времени, а также предусматривает возможность хранения в энергонезависимой памяти любых дополнительных характеристик, рассчитываемых по временным сигналам, таких как спектры, спектры огибающей, эксцессы, пик-факторы, кепстры, взаимные спектры и др. Программное обеспечение ЯШМА-эксперт, поставляемое в составе комплекса, включает в себя базу данных различных типов оборудования, инструментарий для редактирования и добавления новых моделей, подпрограмму автоматизированного и пользовательского сбора данных, базу данных для структурированного хранения результатов измерений, а также программу формирования отчётов утверждённой формы. Для организации входного и выходного контроля электродвигателей (синхронных, асинхронных и постоянного тока) различной мощности разработана модификация комплекса - стенд ЯШМА-ЭД, оснащённый программой автоматизированной диагностики с возможностью распознавания свыше 40 видов дефектов механической и электромагнитной природы [3].

Система Яшма в базовой комплектации состоит из измерительного блока, промышленного компьютера со встроенной платой АЦП, цветного сенсорного экрана, набора первичных преобразователей (датчиков вибрации, частоты вращения, температуры, тока и др.). Измерительный блок комплекса имеет 16 универсальных синхронных (параллельных) входов, количество которых при необходимости может быть увеличено. Использование стендовых комплексов серии ЯШМА имеет ряд особенностей и существенных преимуществ:

- мобильность и быстрота перенастройки. Комплекс легко может быть установлен в любом удобном для работы месте и быстро настроен для измерения всех необходимых параметров контролируемого агрегата;

- автономность. Использование промышленного компьютера с сенсорным экраном и дополнительными периферийными устройствами;

- автоматизация измерений. Процесс измерений при соответствующих настройках комплекса может быть запущен даже без участия оператора;

- максимальная функциональность. Система позволяет осуществлять одновременный многоканальный контроль любых параметров с любыми настройками;

- превосходные технические характеристики. Расширенный частотный и динамический диапазоны и высокое спектральное разрешение за счет использования современной многоканальной платы АЦП и цифровых алгоритмов обработки данных;

- универсальная интеграция. Возможность взаимодействия с АСУ ТП, управление внешними устройствами, передача данных по локальной сети, реализация алгоритмов защиты;

- удобство модернизации и обновления, простой и многофункциональный интерфейс пользователя.

Лаборатория вибрации. Мониторинг и диагностика особо ответственного технологического оборудования по вибрации и другим технологическим параметрам во время монтажа и эксплуатации (паровые и газовые турбины,

гидроагрегаты, компрессоры, другое ответственное основное и вспомогательное технологическое оборудование).

Ремонтные подразделения. Входной / выходной стендовый контроль роторного оборудования в рамках предремонтной дефектовки и послеремонтного приёма (насосы, компрессоры, другое роторное оборудование, электродвигатели постоянного и переменного тока).

Отделы ОТК. Выходной контроль выпускаемых изделий (насосов, компрессоров, электродвигателей и т.д.) во время специальных стендовых испытаний.

Стационарные системы вибромониторинга и вибродиагностики превосходят по возможностям портативные и мобильные приборы. Они применяются для углубленной диагностики, постоянного мониторинга и защиты наиболее ответственного, многорежимного оборудования. Основная задача таких систем - безаварийная работа контролируемого объекта. Стационарные системы вибромониторинга и вибродиагностики отличает совместное проведение непрерывного мониторинга с периодической оперативной (онлайн) диагностикой текущего технического состояния машины. Отличительными особенностями стационарных систем являются:

- большое число измерительных каналов, включая каналы других физических величин (частота вращения, температура, давление и т.д.);
- автоматическое изменение порогов при смене режимов работы машины и возможность независимой диагностики на каждом режиме работы;
- параллельное проведение измерений и автоматический анализ полученных результатов;
- полное программное обеспечение, включающее все виды временного, спектрального и статистического анализа;
- полная автономность работы без участия оператора.

Внедрение стационарной системы вибродиагностики позволяет обеспечить:

- контроль текущего состояния машины на всех режимах работы;
- аварийную сигнализацию с указанием причины опасного состояния машины;
- параллельное обнаружение и мониторинг опасных дефектов с разной скоростью развития;
- прогноз остаточного ресурса машины после обнаружения опасного дефекта в стадии роста;
- оценку последствий перегрузок машины из-за ошибок управления.

Рассмотрим стационарный комплекс контроля вибрации Корунд производства компании Диамех 2000. Система является продолжением полустационарной системы на базе коммутирующих блоков МС-64, в котором все измерения и последующие расчёты автоматизированы. Система представляет собой совокупность первичных преобразователей (датчиков вибрации, частоты вращения, температуры, давления и др.), соединённых кабельными линиями с многоканальными коммутирующими блоками. Если в полустационарной системе процессом сбора данных управляет оператор, то в системе Корунд сиг-

налы с коммутирующих блоков последовательно по кабельным линиям передаются через блок управления на вход многоканальной платы АЦП, установленной на сервере. Сбор, обработка, отображение и отображение всех контролируемых параметров, а также управление коммутацией, производится в автоматическом режиме при помощи программного обеспечения АКВАМАРИН-монитор. Объектами оснащения выступает основное и вспомогательное оборудование, не нуждающееся в защите в режиме реального времени [4]:

- металлургия (прокатные станы, мощное тягодутьевое оборудование, рольганги, МНЛЗ, печи, дробилки, мельницы и т.д.);
- целлюлозно-бумажное производство (бумагоделательные машины);
- угледобывающая промышленность (вентиляторы, насосы);
- пищевая промышленность (основное и вспомогательное технологическое оборудование);
- насосное, тягодутьевое и компрессорное оборудование других промышленных производств;
- технологическое оборудование, работающее в условиях переменных нагрузок: прокатные станы, подъемные механизмы, конвейеры, крановое оборудование.

В случае необходимости, система может быть интегрирована в АСУ ТП при помощи расширительной платы с интерфейсом RS-485 либо дополнительного Ethernet контроллера. Кроме того, сервер может быть доукомплектован релейной платой защиты с выходами типа «сухой контакт», позволяющей осуществлять сигнализацию по любому из контролируемых параметров. Благодаря использованию современной многоканальной платы АЦП с последующей программной обработкой сигнала, комплекс КОРУНД может быть успешно использован при решении задач мониторинга и углубленной диагностики роторного оборудования любой сложности. Для мониторинга и диагностики оборудования, работающего в условиях переменных нагрузок, в комплексе предусмотрены возможности параллельного анализа параметрических данных, получаемых из заводской АСУ ТП. По сравнению с полустационарной системой на базе коммутирующих блоков МС-64, данная система имеет ряд существенных преимуществ:

- полная автоматизация измерений — все измерения, последующие расчеты и запись данных в базу производятся в автоматическом режиме;
- максимальная функциональность — система позволяет осуществлять контроль любых параметров с любыми настройками;
- превосходные технические характеристики — расширенный частотный и динамический диапазоны, высокое спектральное разрешение за счет использования современной многоканальной платы АЦП и цифровых алгоритмов обработки данных;
- возможность контроля и анализа любых технологических параметров (частота вращения, температура, потребляемый ток, давление и т.д.);
- высокая периодичность измерений;
- встроенные алгоритмы параметрического анализа нестационарных процессов;

- оперативная оценка текущего состояния оборудования, в том числе с удаленного рабочего места;
- ведение автоматизированного документооборота;
- создание единого информационного пространства в рамках SCADA систем или EAM / ERP решений.

Список литературы:

1. Средства вибродиагностики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: vibropoint.ru/sredstva-vibrodiagnostiki. (Дата обращения 23.11.2019).
2. Мобильная система технического диагностирования (МСТД) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: tst-spb.ru/products/mstd (Дата обращения 23.11.2019).
3. Диамех. Стационарные системы контроля вибрации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: diamech.ru/stat_syst_diamech.pdf (Дата обращения 23.11.2019).
4. Стационарный комплекс контроля вибрации КОРУНД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: diamech.ru/korund.html (Дата обращения 23.11.2019).