



*Innovative approach to diagnostics of the technical systems of the mill PQF of pipe production is considered.*

А. Н. КАТЦЫН, РУП «БМЗ»

УДК 669.

## ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ДИАГНОСТИКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ СТАНА PQF ТРУБНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Техническая диагностика изучает методы получения и оценки диагностической информации, диагностические модели и алгоритмы принятия решений. Целью технической диагностики является повышение надежности и ресурса технических систем. Появление первых машин поставило задачу контроля исходного состояния для определения рациональных сроков и видов ремонтных воздействий. В черной металлургии эта задача решалась путем контроля температуры, наблюдений за изменением вибрации и анализа шумов механизмов, т. е. с использованием органолических методов. Контроль осуществлялся специалистами высокой квалификации, оснащенными простейшими приспособлениями и многолетним практическим опытом. В дальнейшем при внедрении планово-предупредительных ремонтов (ППР) этот опыт был использован при составлении правил технической эксплуатации. Такое тиражирование сказалось на качестве операций по наблюдению за техническим состоянием. Система ППР ориентировала ремонтные службы на поддержание безаварийной работы оборудования путем принудительной, преждевременной замены узлов в среднестатистические сроки. Зачастую это не приводило к желаемым результатам и увеличивало затраты на содержание оборудования. Исследования надежности работы металлургического оборудования, проведенные в 70–80-х годах, показали значительный разброс в сроках службы однотипных элементов, доказав, тем самым, необходимость определения фактического состояния контрольного узла безразборными методами технической диагностики. Измерение вибрации явилось основой контроля технического состояния оборудования. Для этого вначале использовали механические виброметры, измеряющие амплитудное

значение виброперемещения, в дальнейшем большее значение получил контроль виброскорости на базе электронных приборов. Развитие электроники приводит к появлению в 80-х годах целого ряда портативных диагностических приборов, в основном измеряющих параметры вибрации. Успехи в этом направлении совместно с использованием компьютерных технологий формируют спектральный анализ вибрации, превращая его из аппарата научных исследований в аппарат получения информации о техническом состоянии промышленного оборудования.

С вводом в эксплуатацию цеха по производству бесшовных труб появилась необходимость проведения диагностики основного и вспомогательного оборудования. С этой целью в составе управления организации ремонтов и технической диагностики было создано специализированное бюро трубного производства. Для оперативной диагностики оборудования на сегодняшний день применяется ряд переносных приборов, которые позволяют с высокой степенью достоверности выявлять дефекты подшипников, зубчатых зацеплений, определять количественное и качественное состояние смазки. Однако в силу объективных причин в части обеспечения безопасности диагноста при проведении измерений, недоступности точек измерения для установки датчика и др. диагностическим методом контроля не в полном объеме охвачены все точки контроля – места установки датчика. В настоящее время на редукторах и электродвигателях раскатного стана PQF переносными приборами контролируются 47 из 120 возможных точек. Таким образом, 60% точек не контролируется, что может привести к внезапному выходу из строя подшипникового узла либо шестеренчатого зацепления.

Решить данную проблему позволила бы установка стационарной системы, которая совместно с программным обеспечением осуществляла сбор, обработку, хранение и оценку всех результатов измерений. Ее применение также обеспечило бы многофункциональный мониторинг и комплексную диагностику технического состояния основного прокатного оборудования.

На зарубежном рынке сейчас предлагается целый ряд аналогичных систем, использующих различные методы оценки технического состояния механизмов. Исходя из 20-летнего заводского опыта диагностики механизмов, однозначно установлено, что возникающие дефекты наиболее достоверно обнаружить, когда оборудование находится под нагрузкой, в данном случае – при проходе гильзы через стан. Цикл прохода гильзы составляет в среднем 7 с, что должно соответствовать максимальному времени проведения замера. Исходя из этого, нами был выбран наиболее приемлемый при данных условиях метод ударных импульсов.

Метод ударных импульсов может быть реализован в специализированной стационарной измерительной системе (далее стационарная система диагностики), предназначенной для мониторинга и диагностики состояния производственного оборудования. Стационарная система диагностики работает совместно с программным обеспечением, которое осуществляет управление системой, а также производит сбор, обработку, хранение и оценку результатов измерений. Система диагностики может выполнять многофункциональный мониторинг и диагностику состояния производственного оборудования с использованием различных методов измерений, включая:

- метод ударных импульсов SPM dBm/dBc;
- метод ударных импульсов SPM LR/HR;
- спектральный анализ ударных импульсов SPM Спектр;
- измерения общей интенсивности вибрации по стандарту ISO 2372;
- измерения общей интенсивности вибрации по стандарту ISO 10816, включая упрощенный спектральный анализ вибрации;
- многофункциональный спектральный анализ вибрации с автоматизированной оценкой состояния оборудования;
- анализ орбит;
- измерения аналоговых сигналов стандартного формата от различных датчиков и источников.

Стационарная система диагностики может также выполнять измерения на основании специальных алгоритмов управления, задаваемых специа-

листом-диагностом: запуск замеров входящими сигналами, задержка запуска замеров и т. п.; фильтрование получаемых результатов измерений на основе программируемых алгоритмов с целью исключения накопления малоинформативных данных; дополнительно выдавать полученные результаты измерений в виде аналоговых сигналов стандартного формата 4–20 мА.

Основным полевым узлом структуры стационарной системы диагностики является специализированный системный блок, включающий в себя управляющий и измерительные блоки, к которым подключены кабельные линии от датчиков, установленных на контролируемом оборудовании. Возможна установка неограниченного количества измерительных блоков, которые объединены в общую систему, позволяющую полностью контролировать весь динамический процесс замера параметров раскатного стана в режиме on-line.

#### Измерения и спектральный анализ ударных импульсов SPM

Измерения по методу ударных импульсов SPM dBm/dBc и спектральный анализ ударных импульсов SPM Спектр производятся с помощью специализированных блоков измерений. Выбор методов измерений и задание параметров выполнения спектрального анализа SPM Спектр задается в специализированной программе, там же задаются методы измерений, алгоритмы измерений, уставки тревог, задержки тревог и другие параметры. Специализированный блок измерений (рис. 1) устанавливается на управляющем блоке (рис. 2), который в свою очередь встраивается в системный блок (рис. 3). Время одного замера по SPM методу составляло около 2 с.

Оценка состояния SPM Спектра проводится автоматически, выделением соответствующих линий в спектре и расчетом параметров заданных симптомов неисправностей. В том числе проводится автоматизированная конфигурация симптомов неисправностей подшипников на основе встроенного каталога подшипников и стандартных симпто-

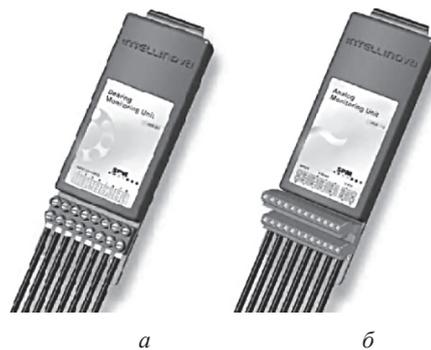


Рис. 1. Измерительные блоки

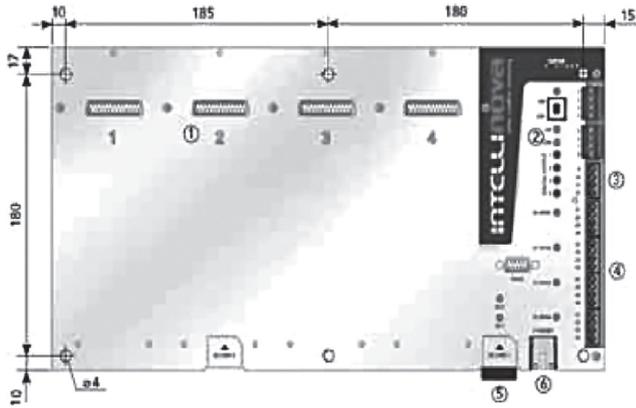


Рис. 2. Управляющий блок

мов неисправностей. Автоматизированный расчет критериев состояния и автоматическое использование критериев осуществляются для оценки результатов измерений по отклонению наблюдаемых параметров состояния от их исходных величин.

#### Измерение аналоговых сигналов

Измерения аналоговых сигналов стандартных форматов от любых источников сигналов производятся с помощью блоков измерений для измерения аналоговых сигналов (см. рис. 1, б). Блок измерений устанавливается на управляющем блоке, который в свою очередь встраивается в системный блок. Пропорциональные величины измерений, алгоритмы измерений, уставки тревог, задержки тревог и другие параметры задаются в программном обеспечении. Время одиночного замера на канал около 1 с. Источник сигнала обеспечивается любым датчиком, преобразователем, линией и т. п., выдающим стандартный аналоговый сигнал по току или напряжению, например, датчик вибрации с выходом 4–20 мА.

#### Управляющий блок

Управляющий блок (см. рис. 2) является материнской платой, на которую подключаются измерительные и выходные блоки. Функционально управляющий блок обеспечивает питание, управ-

ление, передачу и обработку данных для навесных блоков. Управляющий блок вместе с навесными блоками является основой для системного блока. Управляющий блок имеет собственную память в виде стандартной съемной карты памяти SD, которая также используется в качестве буфера для временного хранения результатов измерений.

Системные блоки объединяются в общую систему посредством сети Ethernet, к которой подключается компьютер с управляющим программным обеспечением. Задания на измерения формируются в специализированной программе, после чего программа связи передает их в соответствующие системные блоки. Стационарная система диагностики включает в себя OPC™ Data Access, с помощью которого может производиться обмен данными с системами АСУ, SCADA, базами данных, измерительными устройствами, таблицами данных и т. д.

Стационарная система диагностики автоматически выполняет самотестирование своей функциональности и самотестирование состояния измерительных линий от датчиков для выявления возможных неисправностей.

Возможна автономная работа отдельного системного блока с программированием измерений путем записи исходных данных на съемную карту памяти SD с помощью компьютера и с сохранением результатов измерений в буфер, также на съемную карту памяти SD.

#### Системный блок Intellinova

Системный блок является настенным шкафом промышленного исполнения в сборе, в котором находятся управляющий блок с подключенными измерительными и выходными блоками, имеются необходимая внутренняя проводка, кабельные вводы для всех подведенных кабелей, заглушки вводов и возможные дополнительные устройства, дополнительные крепления для настенного монтажа, светодиодные индикаторы состояния, источники

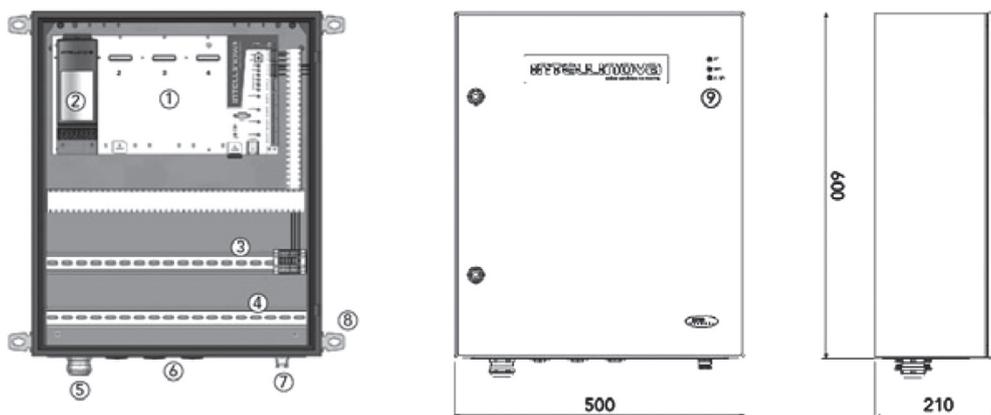


Рис. 3. Общий вид системного блока

питания, барьеры взрывозащиты, реле тревог, сетевые устройства, беспроводные сетевые устройства и т. п.

Функционально системный блок вместе с подключенными к нему кабельными линиями от датчиков, установленных на контролируемом оборудовании, является основной полевой структурной единицей стационарной системы диагностики и обеспечивает выполнение измерений с помощью подключенных к нему датчиков.

Системные блоки объединяются в общую систему посредством компьютерной сети Ethernet, подключение каждого блока производится с помощью стандартного сетевого разъема на управляющем блоке. К сети Ethernet также подключается компьютер с управляющим программным обеспечением и программой связи. Задания на измерения формируются в программе, после чего программа связи передает их в соответствующие системные блоки.