

The technical diagnostics of the equipment of metallurgical shops, prospects of their development at RUP «BMZ» are considered.

А. Н. КАТЦЫН, РУП «БМЗ»

УДК 669.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЦЕХОВ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

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. 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 использовались механические виброметры, измеряющие амплитудное значение виброперемещения, в дальнейшем большое значение получил контроль виброскорости на базе электронных приборов. Развитие электроники приводит к появле-

нию 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.

Техническая диагностика оборудования металлургических цехов

В 1990 г. на Белорусском металлургическом заводе создается лаборатория технической диагностики и дефектоскопии (ЛТД и Д) как структурное подразделение службы главного механика, состоящая из группы вибродиагностики и группы дефектоскопии.

Лаборатория в то время занимается решением технических вопросов и задач, связанных с организацией и проведением вибродиагностики, конечной целью которой является переход от системы ремонтов «по регламенту» к ремонтам «по состоянию».

В 2004 г. принято решение о максимальном контроле за состоянием оборудования основных цехов завода. Создается управление организации ремонтов и технической диагностики, в состав которого входит отдел мониторинга и технической диагностики оборудования. Отдел состоит из лаборатории технической диагностики и дефектоскопии и трех бюро: сталеплавильного, прокатного и метизного производств. В дальнейшем создается бюро мониторинга и технической диагностики трубного производства. Основная задача, которая стоит перед отделом, – это снижение производственных простоев путем снижения межремонтных интервалов, повышение качества ремонта оборудования за счет перехода от планово-

предупредительных ремонтов к системе ремонтов «по состоянию».

Вибромониторинг и вибродиагностика как часть программы ремонта «по состоянию» помогает решать задачи в обеспечении высокой эффективности работы как новых машин, так и тех, которые уже отработали свой безаварийный ресурс. Виброналадочные работы на машинах и механизмах, выполняемые диагностами, повышают их срок службы. Это балансировка рабочих колес и роторов на месте эксплуатации оборудования (без разборки машин и механизмов). Применение балансировки в собственных опорах позволило отказаться от таких операций, как демонтаж, монтаж, транспортировка к месту балансировки. Устранение несоосности валов роторного оборудования как один из видов виброналадочных работ осуществляется специалистами отдела с помощью современных измерительных лазерных комплексов, что позволяет быстро и более точно выполнять данные работы.

Опыт, накопленный на РУП «БМЗ», показывает, что внедрение средств диагностики является одним из важнейших факторов повышения экономической эффективности использования оборудования. Переносные и стационарные системы технической диагностики становятся основой для перехода от технологии планово-профилактических ремонтов к технологии обслуживания по фактическому состоянию. Данная технология коренным образом меняет систему обслуживания оборудования на предприятии и позволяет избавиться от «внезапных» поломок механизмов и остановок производства; контролировать реальное текущее техническое состояние механизмов; технически обоснованно определять сроки и содержание ремонтных и наладочных работ, контролировать качество их выполнения; продлить межремонтный период и срок службы механизмов; сократить потребность в запасных частях, материалах и оборудовании; повысить общую культуру производства.

Используемые при этом технические средства, как правило, позволяют не только контролировать состояние механизмов, но и обеспечивают решение задач по оперативной наладке в процессе эксплуатации и ремонта.

Для проведения диагностики оборудования металлургических цехов используются в комплексе различные методы, которые можно разделить на термографический, акустический и вибрационный. Отдельно стоит ультразвуковой метод неразрушающего контроля сварных швов и металлоконструкций. В перспективе – цифровой рентгенографический метод. Основным методом поиска дефектов оборудования является вибрационный метод контроля.

На РУП «БМЗ» порядка 80% всех дефектов являются именно этим методом. Метод базируется на анализе спектра вибрации. По частотному составу спектра можно идентифицировать появление и развитие дефектов, возникающих при эксплуатации оборудования. Каждому дефекту соответствуют свои частоты, которые зависят от кинематики узла и скорости вращения. Наличие той или иной частотной составляющей в спектре сигнала говорит о возникновении соответствующего дефекта, а амплитуда этой составляющей – о глубине дефекта.

Агрегаты прокатных цехов состоят в большинстве случаев из электродвигателя редуктора и исполнительного механизма. Исходя из разного рода конструкций, все дефекты можно разделить на три типа:

- электрические неисправности: обрыв или короткие замыкания обмоток ротора и статора, изменение магнитных полей из-за неравномерных зазоров между ротором и статором, обрыва стержней ротора, изменение сопротивления вследствие повышенной влажности обмоток и т. д.;
- неисправности, связанные с гидро- и аэродинамикой среды, например, кавитация потока из-за недостаточного подпора, неполадки в системе воздушного охлаждения, гидроудары, вызванные неправильным направлением потока и т. д.;
- механические неисправности, причинами возникновения которых являются износы пар трения, появление несбалансированных моментов на валу, ослабление крепления и т. д.

При появлении каких-либо факторов, вызывающих отклонения от нормального состояния механизма, наблюдается реакция на их воздействия по изменению соответствующих вибрационных параметров, которые в силу своей высокой чувствительности отражают происходящие с механизмом перемены.

Для проведения вибродиагностики используются переносные виброанализаторы. В силу объективных причин, таких, как обеспечение безопасности при проведении измерений, недоступность точек измерения для установки датчиков и др., нет возможности охватить данным видом контроля все информативные места съема вибросигнала (точки измерения). Перспективным направлением в решении этих вопросов может стать установка стационарных систем мониторинга и технической диагностики на такие объекты, как прокатные станы. На примере раскатного стана трубного цеха рассмотрим вопрос рациональности установки данных систем. Переносными приборами контролируется 47 из 120 возможных точек измерения, 60% точек не контролируется, что может привести к внезапному выходу из строя оборудования.

Стационарная система совместно с программным обеспечением осуществляет сбор, обработку и оценку всех результатов измерений. применение также обеспечивает многофункциональный мониторинг и комплексную диагностику технического состояния основного прокатного оборудования.

- 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 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 задаются 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

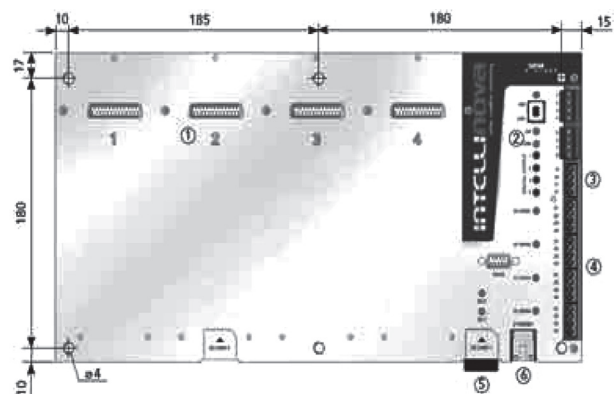


Рис. 2. Управляющий блок

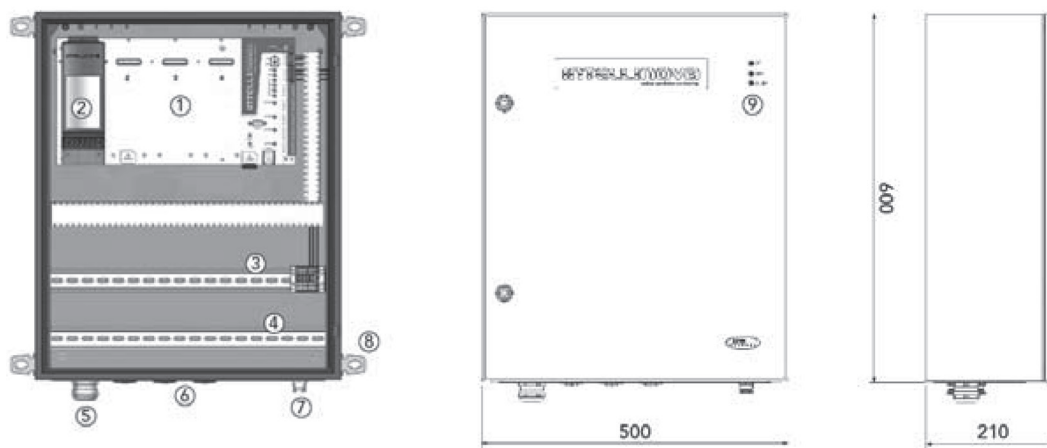


Рис.3. Общий вид системного блока

(рис.3). Время одного замера по SPM-методу – 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 симптомов неисправностей, автоматизированный расчет критериев состояния и автоматическое использование критериев для оценки результатов измерений – по отклонению наблюдаемых параметров состояния от их исходных величин.

Измерения аналоговых сигналов стандартных форматов от любых источников сигналов производится 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 составляет около 1 с. Источник сигнала обеспечивается любым датчиком, преобразователем, выдающим стандартный аналоговый сигнал по току или напряжению, например, датчик вибрации.

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

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, подключение каждого блока производится с помощью стандартного сетевого разъема на управляющем блоке. К сети подключается компьютер с управляющим программным обеспечением и программой связи. Задания на измерения формируются в программе, затем программа связи передает их в соответствующие системные блоки.