

НОВАЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ СБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОАО ВМЗ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ КОМПАКС®

© В.Н. Костюков, А.П. Науменко, В.А. Старикин, А.А. Синицын,

А.М. Волков, А.С. Рубаненко, А.В. Рыкин, О.В. Кузнецов

НПЦ «Динамика», ОАО «Выксунский металлургический завод», ОАО «ВМЗ-сервис»

На металлургических предприятиях в процессе управления производством решаются две основные задачи – управление непосредственно технологическим процессом и управление техническим состоянием оборудования. При управлении технологическим процессом необходимо обеспечить его стабильность, которая зависит не только от правильного ведения его операторами, но и от состояния оборудования. Нестабильность технологического процесса может привести к большим финансовым потерям и созданию аварийных ситуаций. Необходимо обратить внимание на тот факт, что большинство металлургических агрегатов и оборудования морально и физически устарело и функционирует с превышением нормативных сроков. Так, в настоящее время Ростехнадзор оценивает физический износ металлургического оборудования и агрегатов в 50%, достигающий по отдельным агрегатам 70–75% [1]. Поэтому безопасная ресурсосберегающая эксплуатация с обеспечением наблюдаемости и управляемости техническим состоянием оборудования является первостепенной задачей менеджмента предприятия.

Первоначально задачу снижения потерь от неожиданных аварийных остановок и последующих простоев оборудования в ОАО «Выксунский металлургический завод» пытались решить внедрением переносных средств диагностики и организацией в 2001 г. службы диагностики для контроля состояния машинных агрегатов (станов, клетей, прессов и т.п.), осуществляя диагностику периодически, с помощью переносных приборов. Несмотря на это, непредсказуемые аварийные остановки все же происходили. Причина – отсутствие непосредственного контроля технического состояния объекта, высокая степень субъективности, разорванное кольцо управления между исполнителем и руководящим составом, непоступление достоверной диагностической информации. Только на основе достоверной, полученной своевременно и в необходимом количестве информации можно правильно управлять объектом и только на основе правильного управления можно обеспечить его устойчивую работу.

Таким образом, появилась необходимость непрерывного мониторинга, т.е. диагностики с периодом, существенно меньшим интервала развития неисправностей объекта, с автоматической доставкой объективных результатов (независящих от воли исполни-

телей) лицам, ответственным за эксплуатацию оборудования. Задача системы мониторинга состояния объекта – обнаружение неисправностей, наблюдение за их развитием и своевременное предупреждение персонала о необходимости технического обслуживания оборудования.

Автоматизированные системы управления безопасной эксплуатацией и ремонтом оборудования АС БЭР™ КОМПАКС®, которые объединили системы мониторинга состояния оборудования на технологических установках и стендовые системы для диагностики качества закупаемого и выпускаемого после ремонта оборудования в единую диагностическую сеть предприятия Compacts-Net, предоставляют всем заинтересованным службам и руководству объективную картину состояния оборудования в реальном времени [2, 3].

АСУ БЭР™ реализуют безопасную ресурсосберегающую SM™-технологию (Safe Maintenance) управления состоянием оборудования и представляют собой MES (Manufacturing Execution System)-систему, которая обеспечивает наблюдаемость состояния выпускаемого, ремонтируемого и эксплуатируемого оборудования, управляемость его качеством на всех стадиях жизненного цикла, а также устойчивость, безопасность и эффективность производства.

АСУ БЭР™ опираются на три составляющие:

- системы мониторинга состояния оборудования производства в реальном времени (КОМПАКС®);
- системы диагностики качества выпускаемого и ремонтируемого оборудования;
- диагностическую сеть предприятия Compacts-Net.

На рис. 1 приведена структура АСУ БЭР™ КОМПАКС®, ядром которой являются стационарные системы мониторинга состояния оборудования КОМПАКС®, обладающие встроенной автоматической экспертной системой, инвариантной к конструкции агрегата. Это обеспечивает стратегию диагностики минимальной стоимости СДМС™, то есть дает возможность непрерывно, в автоматическом режиме получать и использовать объективную информацию о состоянии агрегатов для технического обслуживания и ремонта оборудования (ТОРО), выявлять и ликвидировать фундаментальные причины отказов оборудования (технология АиФПО™), повысить производственную дисциплину путем объективного контроля и своевременной коррекции действий персонала.



Рис. 1. Структура автоматической системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией оборудования металлургических производств АСУ БЭР КОМПАКС[®]

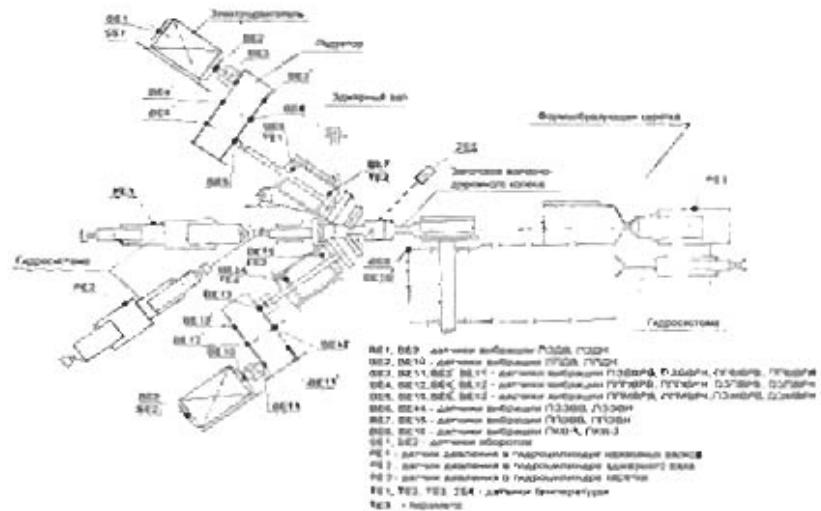


Рис. 2. Схема расположения датчиков системы мониторинга состояния оборудования КОМПАКС – КПС

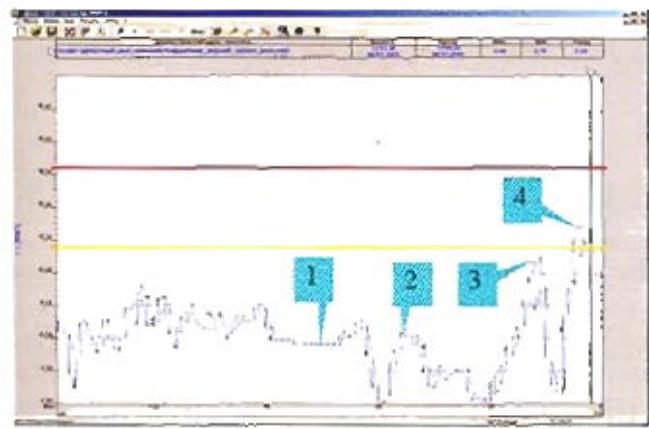


Рис. 3. Тренд вибрапараметра, отвечающего за ослабление крепления вала нижнего зажимного вала колесопрокатного стана; участок 1 – простой стана, связанный с креплением инструмента; участки 2–4 – многостадийное ослабление крепления вала

- Система КОМПАКС[®] включает в себя:
- распределенную систему датчиков, контролирующих основные параметры оборудования;
 - распределенную систему выносных модулей обеспечивающих первичное преобразование сигналов с датчиков и их трансляцию в диагностический контроллер, а также контроль за целостностью самих датчиков и линий связи;
 - диагностическую станцию, обеспечивающую сбор, хранение, обработку данных, отображение результатов мониторинга.

Выносные модули системы КОМПАКС[®] устанавливаются в непосредственной близости от объекта измерения, оборудованном измерительными датчиками. Модули размещаются в защищенных металлических коробах или шкафах. Выносные модули системы связываются с диагностической станцией всего по двум линиям связи для сокращения длины кабельных трасс. Модули и датчики имеют особое взрывозащищенное исполнение по классу 0ExialIC5.

В качестве диагностического контроллера используется промышленный безвентиляторный отказоустойчивый компьютер собственной разработки, который выполняет функции управления системой, измерения, архивирования, анализа, визуализации измеренных параметров и сообщений экспертной системы (ЭС).

Программное обеспечение системы КОМПАКС[®] состоит из ряда модулей: «МОНИТОР», «ТРЕНД», «АНАЛИЗ», «ЖУРНАЛ», «СИСТЕМА», «ОСЦИЛАГРАФ» и уникального модуля «ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА» – ЭС КОМПАКС[®].

Модуль «МОНИТОР» предназначен для отображения информации о состоянии

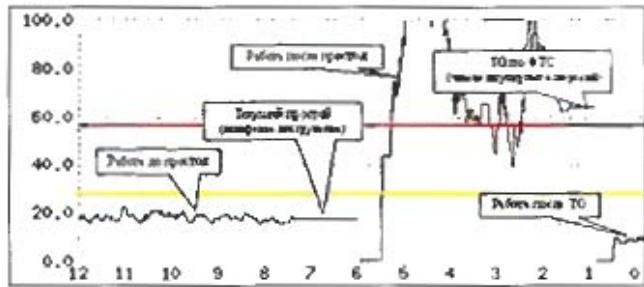


Рис. 4. Тренд вибрапараметра, отвечающего за наличие/отсутствие смазки в подшипниковом узле быстроходного вала нижнего редуктора колесопрокатного стана

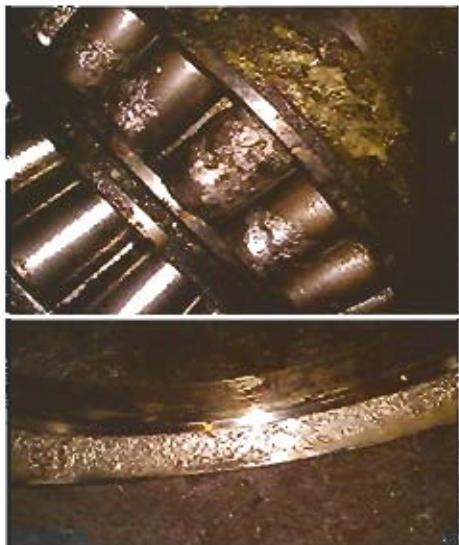
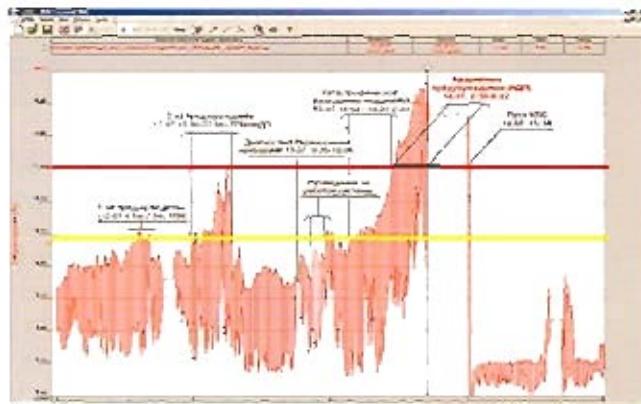


Рис. 5. Тренд многостадийного разрушения подшипника эжерного вала колесопрокатного стана

ции оборудования всего комплекса в виде светофорных пиктограмм и текстовых сообщений экспертной системы. Система автоматически определяет наиболее опасный объект и указывает на него курсором, выдает персоналу речевое предупреждение через аудиосистему и визуальное предупреждение путем отображения в правой верхней части экрана экспергных сообщений, а в левой – значений всех измеренных параметров по данному субъекту с указанием нормативных данных.

Модуль «ТРЕНД» позволяет просматривать тренды любых измеренных параметров в шести временных базах (реального времени, 12 ч, 4 сут, 40 сут, 1 год и 9 лет).

Модуль «АНАЛИЗ» позволяет анализировать временные реализации сигналов и их отыбающие, спектры, кепстры и т.д., что позволяет специалистам выявлять фундаментальные причины отказов, такие как ошибки эксплуатации, проектирования, монтажа, а при необходимости уточнять диагноз, поставленный системой.

Модуль «ЖУРНАЛ» (журнал механика-электрика – ЖМЭ) позволяет автоматизировать документирование и планирование ремонтных работ; автоматически проводит подсчет наработки агрегатов, расчет ресурсов узлов агрегатов между ремонтами; автоматически формирует планы ремонтов и технического обслужи-

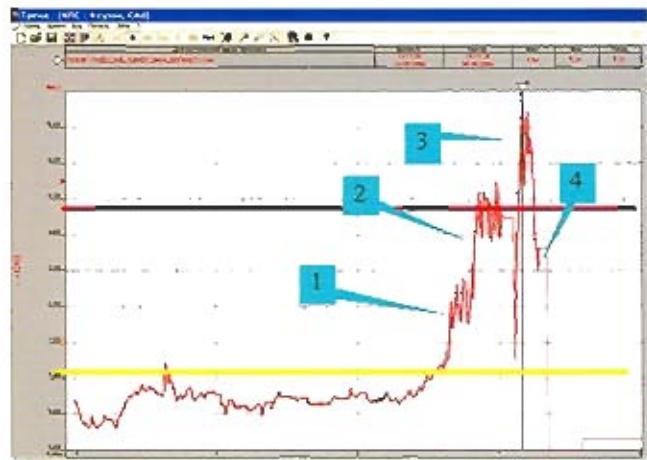


Рис. 6. Тренд мультимодального экспоненциального разрушения (среза) эжерного вала колесопрокатного стана: участки 1–3 – многостадийное разрушение верхнего эжерного вала; участок 4 – ремонт стана по фактическому техническому состоянию

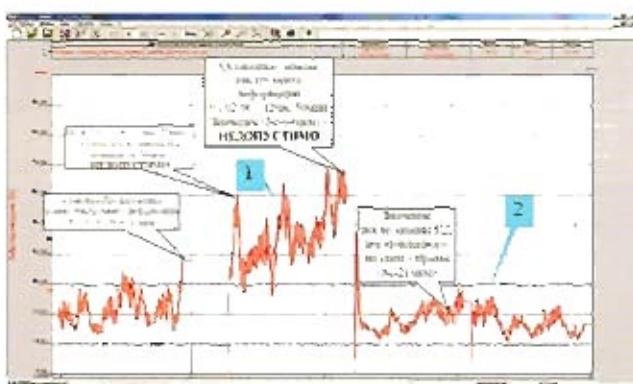


Рис. 7. Тренд вибропараметра, отвечающего за техническое состояние геометрии инструмента деформации: участок 1 – работа стана с нарушенной геометрией инструмента деформации; участок 2 – работа стана с «правильной» геометрией инструмента деформации

вания оборудования; ведет перечень агрегатов, находящихся в ремонте с указанием причин и дефектов; позволяет вести базы данных по работам, проведенным с оборудованием, и по осуществленным заменам запасных частей.

Модуль «СИСТЕМА» предназначен для контроля состояния измерительной аппаратуры системы КОМПАКС[®]. Система проводит автоматическую самодиагностику датчиков, модулей, измерительных линий и диагностической станции.

Модуль «ОСЦИЛЛОГРАФ» предназначен для автоматизации процедур метрологической поверки системы.

ЭС КОМПАКС[®] инвариантна к конструкции машины и реализует различные методы неразрушающего контроля (НК): вибраакустический, акустико-эмиссионный, электрический, ультразвуковой, тепловой и параметрические методы диагностирования. ЭС КОМПАКС[®] относится к классу экспертических систем поддержки принятия решений. Система КОМПАКС[®], получая сигналы с датчиков, формирует вектор ортогональных диагностических признаков, инвариантный к типу диагностируемого оборудования, включающий в себя около десяти видов НК. Вектор диагностических признаков поступает в блок обработки логических предиктов ЭС, по результатам работы которого формируются выводы экспертной системы, которая выдает диагностические предписания на основной экран в виде текстовых сообщений, а также формирует команды модулю вывода речевых предупреждений [4, 5].

Таким образом, система обеспечивает непрерывный мониторинг производственного комплекса совокупностью различных методов НК на единой программно-аппаратной платформе, что позволяет диагностировать состояние машинного (станов, клетей и т.п.) и технологического оборудования (прессов, печей, трубопроводов и резервуаров), а также прочего оборудования металлургического комплекса.

Технология АСУ БЭР[™] базируется на концепции повышения качества производства и ремонта оборудования путем объективной оценки технического состояния узлов и агрегатов. Концепция, реализованная на базе системы компьютерного мониторинга КОМПАКС[®], включает в себя стендовые модификации системы, которые успешно работают в ремонтных производствах десятков предприятий и позволяют, в частности, объективно оценивать техническое состояние подшипников качения и скольжения (КОМПАКС[®]-РПП и КОМПАКС[®]-УЗД); производить балансировку роторов электродвигателей (КОМПАКС[®]-РЭБ); определять техническое состояние электродвигателей до и после ремонта (КОМПАКС[®]-РПЭ); проводить диагностику и динамическую балансировку роторов консольных насосов в собственных подшипниках (КОМПАКС[®]-РПМ).

Все системы объединяются в диагностическую сеть предприятия Compacs-Net[®], предоставляющую руководителям и специалистам отдела главного механика, технического надзора, главного энергетика и других служб и подразделений достоверную, своевременную и полную информацию в реальном времени для технического обслуживания и ремонта, для объективного контроля исполнения предписаний системы по ближайшим неотложным действиям с технологиче-

ским оборудованием (т.е. возможность объективного контроля своевременности и адекватности действий персонала) с целью обеспечения безопасной ресурсосберегающей эксплуатации оборудования завода.

Диагностическая сеть Compacs-Net позволяет организовать оп-лине поддержку персонала предприятия от НПЦ «Динамика».

Стационарная система компьютерного мониторинга для предупреждения аварий и контроля состояния КОМПАКС[®] в 2005 г. была внедрена на колесопрокатном стане (КПС) прессопрокатного участка (ППУ) колесопрокатного комплекса (КПК) ОАО «Выксунский металлургический завод» [6]. Выход стана из строя приводил к простоям комплекса и большим экономическим потерям. Мощность линии проката составляет не менее 100 железнодорожных колес в час с прибылью около 10 тыс. руб. на колесо, т.е. простой стана приводит к недополученной прибыли в размере 1 млн руб/ч.

Согласно нормативным документам, в работе линии прокатки предусмотрена ежедневная часовая остановка для технического осмотра и еженедельная остановка на 8 ч для проведения технического обслуживания. Аварийные остановки, как правило, составляют от 1 ч в случае мелких поломок, до 8–10 ч при замене эджерного вала. Таким образом, предотвращение одной аварийной остановки позволяет сохранить до 8–10 млн руб.

КПС состоит из верхнего и нижнего эджерных валов, приводимых в движение двигателями постоянного тока через двухступенчатые редукторы, а также из узла нажимных валков и каретки, управляемой гидравлической системой (рис. 2).

Система КОМПАКС[®]-КПС обеспечивает мониторинг технического состояния колесопрокатного стана: по 22 каналам вибрации, по четырем – температуры, по двум – частоты вращения и по трем каналам давления жидкости в гидравлической системе КПС, а также осуществляет контроль температуры заготовки колеса (см. рис. 2). Система включена в диагностическую сеть Compacs-Net предприятия, посредством которой информацию о состоянии КПС получают специалисты КПК; механики ППУ, технологии КПС ППУ, а также лаборатория технической диагностики ОАО ВМЗ.

Система КОМПАКС[®]-КПС имеет следующие особенности:

- экспертная система диагностики низкооборотного оборудования, основанная на запатентованном методе SPD-фильтрации [7];
- новые алгоритмы диагностирования технического состояния стана как на холостом ходу (т.е. в режиме системы КОМПАКС[®]-КПС, предназначенному для контроля качества ремонта работ), так и в технологическом режиме;
- алгоритмы диагностирования стана в режиме работы «старт-стоп»;
- модуль оперативной замены подшипников, так как в одних и тех же узлах могут быть установлены подшипники различных типов.

В результате мониторинг технического состояния КПС в реальном времени позволил перевести возникающие отказы из категории внезапных в категорию постепенных за счет раннего их обнаружения и оповещения персонала о развивающейся неисправности.

Кроме того, приемка КПС из ремонта осуществляется только под наблюдением системы КОМПАКС[®]-КПС. Это позволяет до выхода стана на технологический режим работы выявлять и устранять все возникающие дефекты непосредственно на технологической позиции путем технического обслуживания либо ремонта.

В качестве подтверждения эффективности внедрения стационарных систем КОМПАКС[®] для металлургического оборудования рассмотрим примеры безопасной ресурсосберегающей эксплуатации КПС по фактическому техническому состоянию.

Примеры технического обслуживания КПС по фактическому техническому состоянию на основе системы КОМПАКС[®]-КПС.

1. На рис. 3 представлен тренд вибропараметра, отвечающего за состояние крепления винта валка нижнего эджерного вала КПС, где желтой горизонтальной линией указан уровень состояния оборудования – «требует принятия мер», а красной – «недопустимо». После простоя, связанного с переваловкой инструмента (участок 1) произошло стадийное ослабление крепления валка (участки 2–4). Механик ПГУ дал указание остановить КПС и закрепить валок.

Таким образом, в течение 30 мин авария (обрыв конуса) и 8-часовой простой линии проката были предотвращены и произведено техническое обслуживание по фактическому техническому состоянию в реальном времени, что позволило дополнительно выпустить более 800 колес.

2. Тренд на рис. 4 иллюстрирует эффективность диагностирования проблем системы смазки. После текущего простоя прокатной линии, связанного со шлифовкой инструмента деформации, техническое состояние нижнего редуктора оценено как «Недопустимо», при этом система выдала предупреждение о необходимости проверки системы смазки и экспертное сообщение (ПРОВ_СМАЗКУ). В результате осмотра обнаружено, что масляные трубки были забиты и смазка не поступала. После ремонтных работ состояние данного узла перешло в техническое состояние «Допустимо». Таким образом, авария и 16-часовой простой линии проката предотвращены и дополнительно выпущено более 1600 колес.

Примеры ремонта КПС по фактическому техническому состоянию на основе системы КОМПАКС[®]-КПС.

3. Тренд на рис. 5 отображает многостадийное разрушение подшипника эджерного вала КПС и адекватную реакцию системы мониторинга состояния оборудования, которая обнаружила дефект более чем за 52 ч. Аварийная остановка КПС была исключена. Плановый ремонт всей прессопрокатной линии произведен по фактическому техническому состоянию.

Необходимо отметить, что диагностика подшипников эджерного вала, произведенная с помощью переносных приборов на ходу во время переваловки, никаких результатов не дала, так как стан работал фактически без динамических нагрузок.

4. На рис. 6 представлен тренд мультимодального экспоненциального разрушения эджерного вала, где ярко выражены три стадии его усталостного разрушения (участки 1–3) [2]. В результате было принято решение эксплуатировать вал до отказа, т.е. использовать заложенный ресурс полностью. При этом была своевременно собрана ремонтная бригада, подготовлена и проведена замена эджерного вала, что позволило сократить простой стана более чем на 3 ч, благодаря чему было дополнительно выпущено свыше 300 колес.

Мониторинг состояния в реальном времени обеспечивает своевременный вывод оборудования в ремонт, несмотря на существенно различающиеся скорости его деградации, в зависимости от конкретного состояния, условий эксплуатации и отрицательного влияния человеческого фактора – виновника подавляющего большинства аварий и неполадок. Только с применением стационарной системы КОМПАКС[®] удалось обеспечить высокий уровень безопасности при переводе оборудования на эксплуатацию по фактическому техническому состоянию, а главным источником рентабельности является снижение в несколько раз количества внезапных отказов, количества и продолжительности простоев технологической линии проката, потерь оборудования. При наличии мониторинга существенно сокращаются и сроки вывода оборудования на рабочий режим. Другой важный фактор – повышение культуры эксплуатации оборудования, что привело к значительному увеличению его ресурса [2, 6].

Экономическая эффективность. За два года эксплуатации системы КОМПАКС[®]-КПС отработана технология безопасной ресурсосберегающей эксплуатации стана, при этом не произошло ни одной аварии и ни одного инцидента по причине внезапного выхода оборудования из строя. В то же время, по данным ЖМЭ системы и трендам состояния оборудования всегда можно определить качество работы обслуживающего и технологического персонала, ответственного за эксплуатацию комплекса, выявить фундаментальные причины отказов оборудования. Это позволило исключить ряд ранее происходивших отказов оборудования, вести безопасную ресурсосберегающую эксплуатацию установки в реальном времени, своевременно и целенаправленно устраивая деструктивные нагрузки на агрегат.

Таким образом, внедрение системы комплексного мониторинга состояния оборудования КОМПАКС[®]-КПС на колесопрокатном стане ОАО «Выксунский металлургический завод» позволило перейти на эксплуатацию и ремонт оборудования по фактическому техническому состоянию в реальном времени, и по официально опубликованным данным уже в первые шесть месяцев работы система позволила предотвратить более 30 критических ситуаций КПС и окупилась

более чем в 10-кратном размере, обеспечив прямой экономический эффект свыше 50 млн руб.

Другой важной составляющей эффективности применения систем КОМПАКС является возможность оптимизации технологических режимов работы комплекса для ликвидации фундаментальных причин отказов оборудования (технология ЛиФПО[™]) и комплекса в целом, благодаря наблюдаемости его технического состояния.

Например, при изготовлении посадочного места верхней и нижней головки эджерных валов анализ тренда вибрации (рис. 7) показал, что проблема состоит в не-качественном изготовлении инструмента деформации, приводящем к повышенным динамическим нагрузкам (участок 1). После изменения технологии изготовления инструмента деформации уровень вибрации снизился более чем в 3 раза (участок 2). В данном случае система явилась инструментом для оценки эффективности принятых решений об изменении технологического процесса изготовления инструмента деформации.

В дальнейшем планируется использование системы и для диагностики состояния всей линии проката (прессов 2000 т.с., 5000 т.с., 10000 г.с., 3500 т.с. и сосудов-наполнителей), а также наиболее ответственных узлов проката, что позволит перейти на безопасную ресурсосберегающую эксплуатацию всей линии прессопрокатного участка по фактическому техническому состоянию на основе АСУ БЭР[™] КОМПАКС[®].

Выводы. Внедрение на Выксунском металлургическом заводе автоматизированной системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией оборудования АСУ БЭР[™] КОМПАКС[®] позволило перейти на эксплуатацию оборудования по фактическому техническому состоянию в реальном времени, увеличить межремонтные пробеги технологических комплексов до продолжительности технологического цикла; значительно повысить надежность и техническую готовность оборудования при 100%-ной загрузке производственных мощностей с полным исключением влияния человеческого фактора в процессе мониторинга технического состояния оборудования и качества своевременных и целенаправленных действий персонала по безопасной ресурсосберегающей эксплуатации технологического комплекса.

Актуально внедрение АСУ БЭР[™] КОМПАКС[®] на новых и реконструируемых производствах. Новое оборудование этих установок, вследствие неконтролируемых небрежных и неквалифицированных действий персонала, быстро достигает предельного состояния и требует постоянно увеличивающихся затрат на ремонт. В связи с этим в ОАО «Выксунский металлургический завод» считают целесообразным при проектировании новых технологических установок предусматривать использование стационарных систем КОМПАКС[®] на этапе строительства.

Библиографический список

1. Отчет IV пленума ЦС ГМПР России.
2. Костюков В.Н. Мониторинг безопасности производства. – М.: Машиностроение, 2002. – 224 с.
3. Автоматизированные системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств (АСУ БЭР[™] КОМПАКС[®]) / В.Н. Костюков, С.Н. Бойченко, А.В. Костюков; Пол. ред. В.Н. Костюкова. – М.: Машиностроение, 1999. – 163 с.
4. Стандарт ассоциации «Ростехэкспертиза» «Системы мониторинга агрегатов опасных производственных объектов» общие технические требования (СА 03-002-01). Серия 03/ Кол. авт. – М.: Химическая техника, 2005. – 42 с. Согласован с Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ письмом № 11-16/219 от 1.02.2005 г.
5. Стандарт ассоциации «Ростехэкспертиза» «Центробежные насосные и компрессорные агрегаты опасных производств. Эксплуатационные нормы вибраций» (СА 03-001-01). Серия 03/ Колл. авт. – М.: Химическая техника, 2005. – 25 с. Согласован с Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ письмом № 11-16/219 от 1.02.2005 г.
6. Костюков В.Н., Бойченко С.Н., Кадисов А.Г., Науменко А.П., Стариков В.А., Синицын А.А. Система мониторинга металлургического оборудования // Технический альманах «Оборудование». 2006. № 2. С. 59–61.
7. Пат. 1739245 Российская Федерация, МКИ G 01 M 15/00. Устройство для диагностики машин/ В.Н. Костюков// Бюл. «Изобретения». 1992. № 21.

ISSN 0026-0827

МЕТАЛЛУРГ

11 · 2007

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ



**250 ЛЕТ
ВЫКОСУНСКОМУ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМУ
ЗАВОДУ**

To 250 Years of VMZ

- Markin V.S.* With jubilee VMZ: 100 years in tube plant Effective cooperation
Bednyakov V.V., Fartushnaya O.M. VMZ and EZTM – reliable partnership
 Vyksunsky metallurgical plant: 1757–2007
Tuvaliev E.S. VMZ – socially responsible enterprise
Zakharova O., Golubeva N. «Music for friends»
- 10 Маркин В.С. С юбилеем, ВМЗ!
 100 лет на трубном рынке
 Плодотворное сотрудничество
 9 Бедняков В.В., Фартушной О.М. ВМЗ и ЭЗТМ – надежное партнерство
 10 Выксунский металлургический завод, 1757–2007
 13 Туваев Ф.С. ВМЗ – социально ответственное предприятие
 15 Захарова О., Голубева Н. «Музыка – друзья»

SOCIAL PARTNERSHIP**Trade Unions**

- Vestfäl S.V.* Practice of creation and activity of social unions in vertically-integrated companies
 60 years of M.V.Tarasenko

K 250-летию ВМЗ

- 4 Маркин В.С. С юбилеем, ВМЗ!

- 6 100 лет на трубном рынке

- 8 Плодотворное сотрудничество

- 9 Бедняков В.В., Фартушной О.М. ВМЗ и ЭЗТМ – надежное партнерство

- 10 Выксунский металлургический завод, 1757–2007

- 13 Туваев Ф.С. ВМЗ – социально ответственное предприятие

- 15 Захарова О., Голубева Н. «Музыка – друзья»

СОЦИАЛЬНОЕ ПАРТНЕРСТВО**Профсоюзы**

- 18 Вестфаль С.В. Практика создания и деятельности социальных советов в вертикально интегрированных компаниях

- 16 М.В.Тарасенко – 60 лет

METALLURGIST-INFO

- Events in Figures and Facts
 Prepared by A.M.Nemenev

МЕТАЛЛАУРГ-ИНФО

- 21 События в цифрах и фактах
 Подготовил А.М.Неменов

SCIENCE • TECHNIKS • PRODUCTION**To 250 Years of VMZ**

- Morozov Yu.D., Chevskaya O.N., Filippov G.A., Batkov A.A., Stepanov P.P.* Effect of modes of deformation and heat treatment on susceptibility of tube steel to corrosion cracking under tension

- Izotov V.I., Getmanova M.E., Filippov G.A., Shishov A.A., Yandimirov A.A.* Feature of deformation and destruction of wheel steel with different dispersion of perlite

НАУКА • ТЕХНИКА • ПРОИЗВОДСТВО**K 250-летию ВМЗ**

- 28 Морозов Ю.Д., Чевская О.Н., Филиппов Г.А., Батков А.А., Степанов П.П. Влияние режимов деформационно-термической обработки на склонность трубной стали к коррозионному растрескиванию под напряжением

- 33 Изотов В.И., Гетманова М.Е., Филиппов Г.А., Шишов А.А., Яндимиров А.А. Особенности деформации и разрушения колесной стали с различной дисперсией перлита

- 38 Костюков В.Н., Науменко А.П., Стариков В.А., Синицын А.А., Волков А.М., Рубаненко А.С., Рыкин А.В., Кузнецов О.В. Высокоэффективная сберегающая технология эксплуатации металлургического оборудования ОАО ВМЗ на основе систем мониторинга состояния КОМПАКС

- Feschenko S.A., Pleshkov V.I., Lizinov B.N., Lapshin A.A., Soveiko K.N., Loginov V.N., Vasiliev L.E.* Increase of BF efficiency with blowing of natural gas at the expense of its heating

- 44 Фещенко С.А., Плешков В.И., Лизинов Б.Н., Лапшин А.А., Совейко К.Н., Логинов В.Н., Васильев Л.Е. Повышение эффективности доменной плавки с вдуванием природного газа за счет его подогрева

- 51 Куклев А.В., Тиняков В.В., Айзин Ю.М., Сгибнев Г.В., Ижик А.К., Сахнов Б.И., Потекин А.Г., Строганов Б.Ф. Реконструкция системы вторичного охлаждения слабовой МНЛЗ ОАО «Камасталь»

- 54 Шамрей В.А., Жульев С.И. Новая форма кузнечного слитка для изготовления полых кованых изделий

- 58 Акименко В.Б., Гуляев И.А., Секачев М.А., Калашникова О.Ю. Железные порошки, распыленные воздухом, — прошлое, настоящее, будущее

- 63 Дорофеев Ю.Г., Сергеенко С.Н., Коломиец Р.В., Шилкина А.А., Шевцова С.И. Влияние механической активации в жидких средах порошковых шихт Ni-Fe-NaCl на структуру и свойства высокопористых материалов

- 67 Патенты РФ на изобретения и полезные модели

- Подготовил В.М.Самсонов

PERSONS WHOSE JUBILEES ARE CELEBRATED

- To 75 years of G.V.Kashakashvili
 Patents RF on Inventions and Useful Models
 Prepared by V.M.Samsonov

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

- 74 К 75-летию Г.В.Кашакашвили

CONFERENCES • SEMINARS • EXHIBITIONS

- Chumachenko E.N.* ICPNS'2007 – Zhengzhou, China
 Fedosov S.A. Oil-and-gas and chemical technologies. IV international scientific and production conference

КОНФЕРЕНЦИИ • СЕМИНАРЫ • ВЫСТАВКИ

- 76 Чумаченко Е.Н. Физическое и численное моделирование процессов обработки металлов давлением – ICPNS'2007
- 77 Федосов С.А. Нефтегазовые и химические технологии. IV Международная научно-практическая конференция