УДК 658.588:621.771.294.004.5

Ресурсосберегающая технология эксплуатации металлургического оборудования на основе систем мониторинга состояния КОМПАКС®

О. В. Кузнецов[1], А. С. Рубаненко[1], А. В. Рыкин[1]
В. Н. Костюков[2], А. А. Синицын[2]
[1] ОАО ВМЗ (г. Выкса, Россия),
[2] НПЦ "Динамика" (г. Омск, Россия)

Предложено решение задачи перехода к технологии эксплуатации оборудования по фактическому техническому состоянию (ФТС) на основе АСУ БЭР™ КОМПАКС®, которая позволяет путем оснащения опасных производственных объектов системами комплексного мониторинга технического состояния оборудования КОМПАКС®, обладающими встроенной автоматической экспертной системой, инвариантной к конструкции агрегата, обеспечить безопасную ресурсосберегающую эксплуатацию оборудования по ФТС с максимально увеличенным межремонтным сроком как машинного, так и технологического оборудования установок, существенно повысить эффективность и экономичность производств.

Ключевые слова: *НПЦ «Динамика», АСУ БЭР™ КОМПАКС®; мониторинг; эксплуатация по фактическому техническому состоянию; комплексная диагностика технического состояния МНЛЗ, прокатных станов, прессов и других машин.*

Основой безопасной и безаварийной эксплуатации оборудования, существенным образом влияющей на технико-экономические показатели производства и возникновение техногенных инцидентов, служит мониторинг технического состояния производственного комплекса, который позволяет прогнозировать переход действующего оборудования в предельное состояние. Результат мониторинга представляет собой совокупность диагнозов объектов мониторинга, получаемых непрерывно в смежные интервалы времени, в течение которых состояние оборудования существенно не меняется.

Выбор и обоснование объектов мониторинга осуществляются путем анализа технологической схемы производства с учетом их влияния на технологический процесс и взрывопожароопасность производства. Конечным итогом анализа производства является разработка программы оснащения предприятия техническими средствами мониторинга, внедрения организационно-технических мероприятий, обеспечивающих эффективное использование результатов мониторинга, и переход на эксплуатацию оборудования по фактическому техническому состоянию.

Технологическое оборудование современных металлургических производств, как правило, включает динамическое оборудование (станы, клети, насосно-компрессорное оборудование, эксгаустеры, воздуходувки и др.) и статическое оборудование (прессы, печи, трубопроводы, сосуды и др.). Принципы построения системы КОМПАКС® [1 – 3] позволяют достаточно просто конфигурировать ее программно-аппаратные средства для мониторинга состояния как динамического, так и статического оборудования (рис. 1). К важнейшим факторам, определяющим надежность мониторинга, относятся представление и хранение результатов мониторинга в едином информационном пространстве, что обеспечивается путем стандартизации номенклатуры, формата и представления результатов мониторинга [4, 5].

Системы комплексного мониторинга технического состояния оборудования КОМПАКС® предназначены для обеспечения безопасной ресурсосберегающей эксплуатации оборудования опасных производственных объектов путем получения в реальном времени оперативной достоверной информации о прошлом, текущем и прогнозируемом техническом состоянии оборудования, которая используется для принятия решений по:

оценке технического состояния оборудования при приемочных испытаниях и в процессе эксплуатации с помощью методов неразрушающего контроля (виброакустических, акустико-эмиссионных, тепловизионных и др.);

выявлению дефектных узлов оборудования и причин возникновения дефектов и неисправностей;

ведению технологического режима объектов мониторинга с учетом их технического состояния;

необходимости регулирования параметров технологического процесса для минимизации деструктивных нагрузок, действующих на объекты мониторинга, с целью обеспечения максимального ресурса безопасной эксплуатации оборудования;

изменению периодичности проведения регламентных работ (для оборудования, находящегося в эксплуатации);

эксплуатации оборудования по фактическому состоянию, подразумевающей, что объемы и содержание штатных периодических осмотров и обследований объектов, снабженных комплексной системой мониторинга, могут быть изменены;

условиям дальнейшей эксплуатации оборудования сверх нормативного срока эксплуатации.

Примером комплексного подхода к мониторингу состояния оборудования опасного производства служит система КОМПАКС®, обеспечивающая наблюдаемость технического состояния колесопрокатного комплекса (КПК) ОАО "Выксунский металлургический завод". Для решения этих задач в 2005 г. было принято решение о поэтапном оснащении КПК ОАО ВМЗ комплексной системой мониторинга технического состояния оборудования КОМПАКС®, и в том же году ею был оснащен ответственный технологический

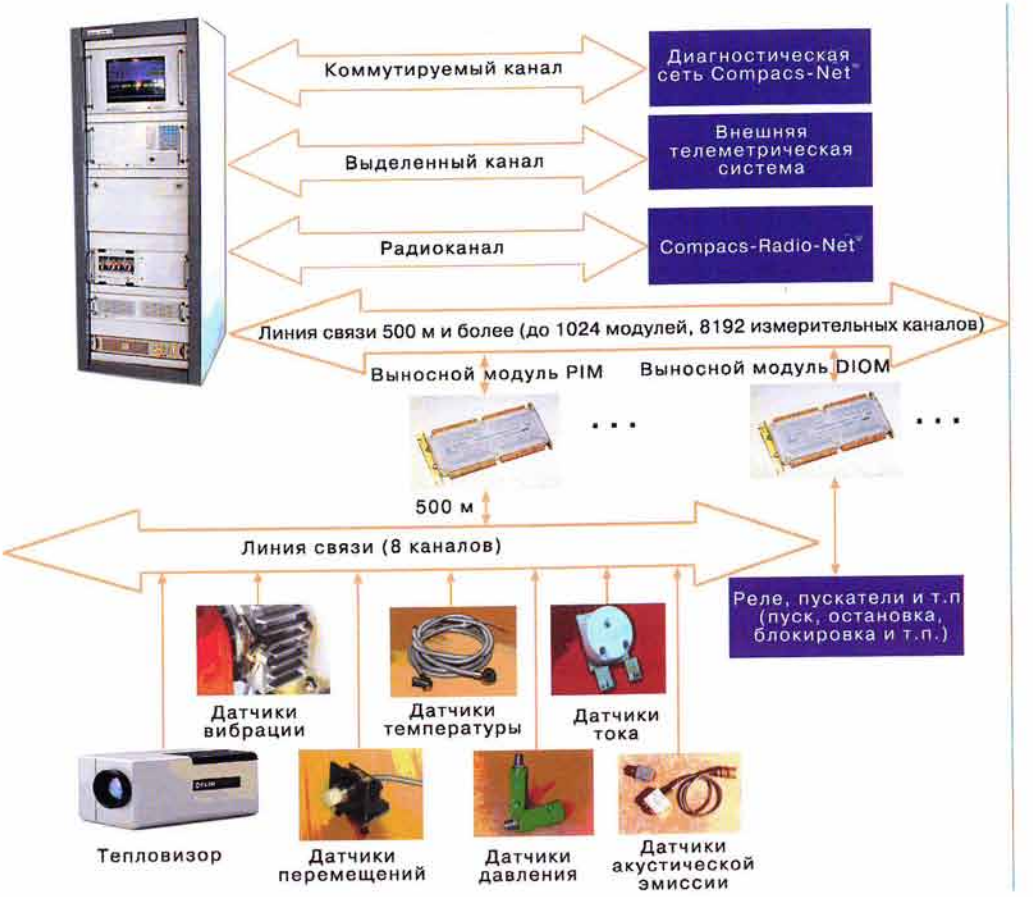

Рис. 1. Структура комплексной системы мониторинга технического состояния оборудования КОМПАКС®

объект – колесопрокатный стан в связи с его частыми и внезапными отказами.

Колесопрокатный стан (КПС) является "сердцем" прессопрокатной линии КПК ОАО ВМЗ и предназначен для горячей прокатки железнодорожных колес. Колесопрокатный стан состоит из верхнего и нижнего эджерных валов, приводимых в движение двигателями постоянного тока через двухступенчатые редукторы, а также узла нажимных валков и каретки, управляемой гидравлической системой. Мощность линии прокатки составляет не менее 100 железнодорожных колес в час, прибыль около 10 тыс. руб. на колесо. Простой стана в течение 1 ч приводит к недополученной прибыли в размере 1 млн руб. Согласно нормативным документам работа линии прокатки основана на ежедневной часовой остановке с целью проведения технического осмотра и еженедельной остановке на 8 ч для проведения работ по техническому обслуживанию. Аварийные остановки, как правило, составляют от 1 ч в случае мелких поломок, до 8 – 10 ч в случае критической остановки (аварии). Предотвращение одной аварийной остановки позволяет не потерять до 8 – 10 млн руб.

Комплексная система мониторинга технического состояния оборудования КОМПАКС®, установленная на КПС, обеспечивает мониторинг его технического состояния по параметрам вибрации, температуры, частоты вращения, давления жидкости в гидравлической системе, а также осуществляет контроль температуры заготовки колеса (рис. 2).

Объективная информация о техническом состоянии оборудования, диагностируемом системой КОМПАКС®, через диагностическую сеть Compacs-Net® передается на рабочие места руководителей служб и подразделений (механики и технологи КПК, а также лаборатории технической диагностики), отвечающих за вопросы безопасности и эксплуатации оборудования технологического объекта. Специалистам нет необходимости выходить на объект, так как по

Рис. 2. Основные экраны комплексной системы мониторинга состояния оборудования КОМПАКС® в ОАО "Выксунский МЗ"

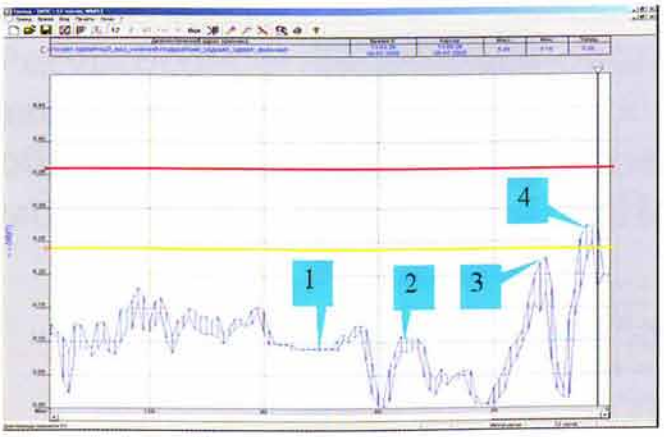

Рис. 3. Тренд вибропараметра, отвечающего за ослабление крепления винта валка нижнего эджерного вала колесопрокатного стана: участок 1 – простой стана, связанный с креплением инструмента; участки 2 – 4 — многостадийное ослабление крепления валка

сети Compacs-Net® они получают полную картину работоспособности как машинного, так и технологического оборудования КПС. Это позволяет не только видеть состояние оборудования в целом, но и оперативно контролировать и корректировать действия персонала по выполнению предписаний системы, а также контролировать правильность ведения техпроцесса.

Проведенный статистический анализ инцидентов/отказов показал, что благодаря комплексной системе мониторинга технического состояния оборудования КОМПАКС® снизилось (более чем в 20 раз!) число внезапных отказов; существенно снизились и ремонтные издержки. Произошло качественное перераспределение объемов ремонтов от сложных и высокозатратных в сторону текущих ремонтов и текущего обслуживания за счет раннего обнаружения и оповещения персонала о развивающейся неисправности. Количество дорогостоящих (аварийных) ремонтов сократилось более чем в 10 раз!

Приемка из ремонта смонтированных узлов и агрегатов стана осуществляется под наблюдением системы КОМПАКС®, что позволяет до выхода стана на технологический режим работы выявлять и устранять все возникающие дефекты непосредственно на технологической позиции путем своевременного, целенаправленного и в нужном объеме технического обслуживания либо ремонта, что дает дополнительный экономический эффект.

В качестве подтверждения **эффективности внедрения стационарных систем КОМПАКС® на металлургическом оборудовании** рассмотрим некоторые примеры безопасной ресурсосберегающей эксплуатации колесопрокатного стана по фактическому техническому состоянию.

Пример 1. На рис. 3 представлен тренд вибропараметра, отвечающего за состояние крепления винта валка нижнего эджерного вала КПС. После простоя, связанного с перевалкой инструмента (участок 1), произошло стадийное ослабление крепления валка (участки 2 – 4). Механик ППУ дал указание остановить КПС и закрепить валок.

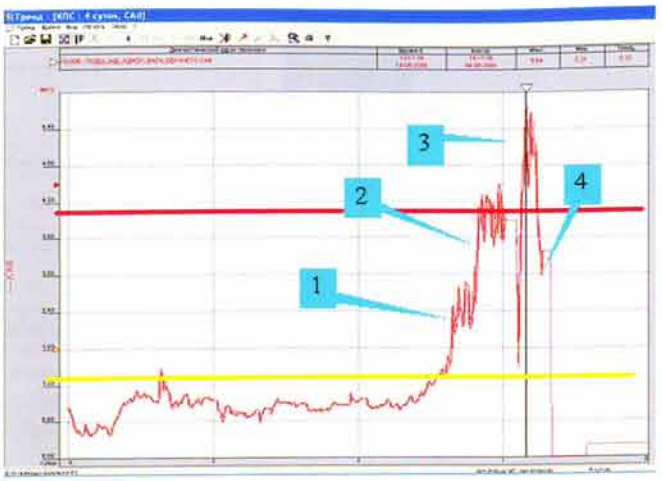

Рис. 4. Тренд мультимодального экспоненциального разрушения (среза) эджерного вала колесопрокатного стана: участки 1 – 3 — многостадийное разрушение верхнего эджерного вала; участок 4 — ремонт стана по фактическому техническому состоянию

Таким образом, авария (обрыв конуса) и 8-ч простой линии проката были предотвращены, а благодаря техническому обслуживанию по фактическому техническому состоянию в реальном времени дополнительно выпущено более 800 колес.

Пример 2. На рис. 4 представлен тренд мультимодального экспоненциального разрушения эджерного вала. Ярко выражены три стадии усталостного разрушения эджерного вала (участки 1 – 3).

В результате было принято решение эксплуатировать его до отказа, т.е. использовать в полной мере заложенный ресурс. При этом была своевременно собрана ремонтная бригада, подготовлены запасные части и после отказа проведена замена эджерного вала, что позволило сократить простой стана более чем на 3 ч, благодаря чему было дополнительно выпущено более 300 колес.

Пример 3. Тренд на рис. 5 иллюстрирует эффективность диагностирования проблем системы смазки. После текущего простоя линии прокатки техническое состояние нижнего редуктора ухудшилось и он перешел в техническое состояние "Недопустимо", при этом система предупредила персонал о необходимости проверки системы смазки и выдала экспертное

Рис. 5. Тренд вибропараметра, отвечающего за наличие/отсутствие смазки в подшипниковом узле быстроходного вала нижнего редуктора колесопрокатного стана

сообщение (ПРОВ_СМАЗКУ). В результате осмотра было обнаружено, что масляные трубки действительно были забиты и смазка не поступала. После проведенных ремонтных работ состояние данного узла улучшилось и он перешел в техническое состояние "Допустимо".

В результате авария и 16-ч простой линии проката были предотвращены, тем самым было дополнительно выпущено более 1600 колес.

За период эксплуатации (более 5 лет) системы мониторинга технического состояния оборудования КОМПАКС® была отработана технология безопасной ресурсосберегающей эксплуатации стана, при этом не произошло ни одной аварии и ни одного инцидента по причине внезапного выхода из строя оборудования.

Система комплексного мониторинга состояния оборудования КОМПАКС® на колесопрокатном стане ОАО "Выксунский металлургический завод" позволила перейти на его эксплуатацию и ремонт оборудования по фактическому техническому состоянию в реальном времени и по официально опубликованным данным уже в первые шесть месяцев работы предотвратила более 30 критических ситуаций колесопрокатного стана и окупилась более чем в десятикратном размере, обеспечив прямой экономический эффект более 50 млн руб.!

Внедренная на Выксунском металлургическом заводе технология эксплуатации оборудования по фактическому техническому состоянию на основе АСУ БЭР™ КОМПАКС® позволяет путем оснащения опасных производственных объектов системами комплексного мониторинга технического состояния обеспечить безопасную ресурсосберегающую эксплуатацию оборудования, перейти на эксплуатацию по фактическому техническому состоянию как машинного, так и технологического оборудования установок, существенно повысить эффективность и экономичность производства. Необходимый запас устойчивости технологической системы, качество ее функционирования, необходимый запас ее техногенной, экологической и экономической безопасности достигаются за счет наблюдаемости технического состояния опасных производственных объектов в процессе ведения технологического режима, автоматического планирования ремонтов и технического обслуживания оборудования в зависимости от его состояния и заблаговременной выработки управляющих воздействий, гарантирующих отсутствие аварий и минимальные производственные издержки.

Сегодня более 400 систем КОМПАКС® внедрены и успешно эксплуатируются более чем на 60 крупнейших предприятиях нефтепереработки, нефтехимии, нефтяной и газовой промышленности, горнорудной и металлургической отраслей, железнодорожного транспорта и коммунального хозяйства России и зарубежья. Системы непрерывно в реальном времени диагностируют более 10000 отечественных и зарубежных машин и агрегатов свыше 1000 типов, осуществляют мониторинг их технического состояния и защиту производств от аварий и простоев.

Библиографический список

1. **Костюков В. Н., Бойченко С. Н., Костюков А. В.** Автоматизированные системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств (АСУ БЭР — КОМПАКС®). — М. : Машиностроение, 1999. — 163 с.
2. ГОСТ Р 53563–2009. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг оборудования опасных производств. Порядок организации / НПЦ "Динамика", Ростехэкспертиза, НПС РИСКОМ, АНО НИЦ КД. — Введ. 01.01.2011. — М. : Стандартинформ, 2010. — 5 с.
3. ГОСТ Р 53565–2009. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг оборудования опасных производств. Вибрация центробежных насосных и компрессорных агрегатов / НПЦ "Динамика", Ростехэкспертиза, НПС РИСКОМ, АНО НИЦ КД. — Введ. 01.01.2011. — М. : Стандартинформ, 2010. — 8 с.
4. ГОСТ Р 53564–2009. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг оборудования опасных производств. Требования к системам мониторинга / НПЦ "Динамика", Ростехэкспертиза, НПС РИСКОМ, АНО НИЦ КД. — Введ. 01.01.2011. — М. : Стандартинформ, 2010. — 20 с.
5. **Костюков В. Н.** Мониторинг безопасности производства. — М. : Машиностроение, 2002. — 224 с.

ISSN 0038-920X

СТАЛЬ

1931 80 лет 2011

Научно-производственный центр
Динамика®

20 ЛЕТ в области мониторинга и виброакустической диагностики

8/2011

Москва · ООО "Интермет Инжиниринг"

Реклама

Содержание

Кузнецов О. В., Рубаненко А. С., Рыкин А. В., Костюков В. Н., Синицын А. А. Ресурсосберегающая технология эксплуатации металлургического оборудования на основе систем мониторинга состояния КОМПАКС® 2

ДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Плискановский С. Т., Чеченев В. А., Доля С. Н., Косолап Н. В., Терещенко В. С. 25 лет эксплуатации доменных печей с шахтой новой конструкции 6

Марсуверский Б. А. Метод расчета профиля доменной печи 10

Банников Ю. Г., Шаповалова Н. Г., Крикунов Б. П., Попов В. Е. Опыт проектирования и эксплуатации установок приготовления пылеугольного топлива для вдувания в доменные печи 17

Реддеманн Ф. Решения для транспортировки горячего материала в бескоксовой металлургии 21

СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Явойский А. В., Хисамутдинов Н. Е., Белов В. В., Бекетов И. В., Исупов Ю. Д., Пузырев Ю. А. Универсальная фурма для кислородных конвертеров 24

Гиндулин М. Т., Федотов С. В., Шакиров З. Х., Гернер В. И., Обрезков В. В., Сенин А. В. Применение алюмошлаковых брикетов при внепечной обработке стали на Ашинском металлургическом заводе 28

ФЕРРОСПЛАВЫ

Толымбеков М. Ж., Лу Н. Ю. Международная научно-практическая конференция "Абишевские чтения-2011" 31

Ватолин Н. А. Рецензия на книгу Гасика М. И., Гасика М. М. "Электротермия кремния" (физикохимия и технология) 33

ПРОКАТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Максимов Е. А., Бабкин А. Г. Взаимосвязь критериев и частные показатели плоскостности и серповидности листового проката 35

Кочнева Т. М., Коляда Т. В., Полецков П. П., Абдулбаров Р. И., Железнов В. А. Технология прокатки холоднокатаного металла с регламентированной шероховатостью на текстурированных валках 39

ПРОИЗВОДСТВО ТРУБ

Колобов А. В., Селезнев М. С., Федотов Е. С., Трусов В. С., Юсупов В. С. Расчет ширины заготовки для производства сварных прямошовных труб 42

Кондратову Л. А. — 75 лет 46

МЕТИЗНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Пудов Е. А., Пивоваров Ф. В., Литвинова Н. В., Корчунов А. Г., Мохнаткин А. В. Исследование процесса профилирования высокопрочной арматуры для железобетонных шпал нового поколения 47

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Сущенко А. В., Балаба А. П. Анализ работы кислородно-конвертерных фурм верхнего дутья в критических условиях 51

Прогрессивные литейные технологии 55

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Полецкова Т. П., Андреев С. Г., Демидченко Ю. П., Полецков П. П., Кочнева Т. М. Производство автолиста с регламентированной шероховатостью поверхности в условиях ОАО ММК 56

Губанов О. М., Чеглов А. Е., Заверюха А. А. Влияние быстрого нагрева на текстуру изотропной электротехнической стали 58

НОВЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРОЦЕССЫ

Александрова Н. М., Супов А. В., Скобло Т. С. Новый метод многоциклового радиационно-термического упрочнения малоуглеродистых сталей 62

ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Сушко А. Е. Повышение эффективности металлургического производства на основе методов и средств вибрационной диагностики 68

ЭКОЛОГИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Чесноков Ю. Н., Лисиенко В. Г., Лаптева А. В. Математические модели косвенных оценок эмиссии CO_2 в некоторых металлургических процессах 74

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Шубин А. Ф., Емченко В. С., Королев В. Д., Бушман Л. И. Реконструкция обжиговой шахтной печи в противоточную мини-печь 78

Компания Siemens VAI: V медиа-саммит "Металлургическая и горная промышленность" 80

***

Правила оформления статей 41

Книги издательства "Интермет Инжиниринг" 16, 50

О подписке 84

UDC 658.588:621.771.294.004.5

Resource-Saving Practice of Operating the Metallurgical Equipment on the Basis of the Condition Monitoring Systems КОМПАКС® / KOMPAX, COMPAX/

Kuznetsov O. V., Rubanenko A. S., Rykin A. V., Kostiukov V. N., Sinitsyn A. A. // Stal'. 2011. No. 8. P. 2 – 5.

The problem of transition to the technology of equipment operation on the actual state is solved on the base of the ACS SRSM COMPACS® which allows by equipping of hazardous industrial facility by condition monitoring systems COMPACS® that have built-in automated expert system and are invariant to the unit design, to provide safe resource-saving equipment operation, go over to the actual state operation with maximum run-to-failure period of mechanical and processing unit equipment and significantly raise the effectiveness and efficiency of production.

Key words: SPC Dynamics, ACS SRSM COMPACS®, vibration monitoring, operation on actual state, comprehensive condition diagnostics of concast machine, mills, presses and other machinery.

UDC 669.162.2

25 Years of Performance of the Blast Furnaces with the Innovative Design Stack

Pliskanovsky S. T., Chechenev V. A., Dolya S. N., Kosolap N. V., Tereshchenko V. S. // Stal'. 2011. No. 8. P. 6 – 9.

Results of blast furnaces operation with new construction of cooling system for stack — on the basis of large-sized cooled modules are considered. High reliability and economic efficiency use of a new construction for stack are confirmed in comparison with traditional — (furnace jacked — pig-iron refrigerator — lining). On blast furnaces of JSC "Ilyich Iron and Steel Works of Mariupol" (Ukraine) with new construction stack it is smelted more than 100 million tons pig-iron. Practice has shown, that application of cooled modules allows to increase duration of a blast furnace campaign in 1,3 – 1,5 times, to 4 – 6 day to reduce duration of blast furnace stack repair and in 5 – 8 times to lower its cost. Thus productivity of a blast furnace is increased by 1,5 – 2,0 % at a decrease of specific coke rate on 1,5 – 3,0 %.

Key words: blast furnace, campaign, construction of stack, refrigerators, cooling system, heat takeoff, large-sized cooled panels, lining, duration of repair, material capacity, economy.

UDC 669.162.263

Method of Calculation of the Blast Furnace Profile

Marsuversky B. A. // Stal'. 2011. No. 8. P. 10 – 16.

The mathematical model is developed to calculate height and workspace profiles of the blast furnace from the stockline till the axis of tuyeres using data of bulk burden weight, acceleration of burden stream movement and difference of gas pressure. The optimum working height of blast furnaces at the cast titanomagnetic sinter and pellets should make 10,1 – 21,8 m. At the cast of this kind of raw materials on furnaces with larger height parameter, the high-melting inactive zone of stock materials is formed in the bosh, periodically slipping down to the hearth and reducing the thermal condition of the cast. When changing the strength properties of the burden and the gasdynamic parameters of the cast, the optimum height can insignificantly vary, but the present calculated values should serve as a reference when designing the new shaft furnaces and reconstructing the existing ones.

Key words: blast furnace, titanomagnetic sinter and pellets, profile, working height, bulk burden weight, burden movement acceleration, difference of gas pressure.

UDC 669.162.267.4

Experience in Designing and Operating Facilities for Preparation of Pulverized Coal Fuel To Be Injected into Blast Furnaces

Bannikov Yu. Gh., Shapovalova N. Gh., Krikunov B. P., Popov V. E. // Stal'. 2011. No. 8. P. 17 – 20.

The article shows urgency of blast-furnace melting practice with coal injection. Comparison of functional flowsheets of preparing and coal injection into domestic blast-furnace plants at CIJSC «Donetskstal» – Iron & Steel Works» and foreign plant designed and built on basis engineering with using KUTTNER equipment is given.

Key words: iron industry, blast furnace smelting, preparation of coal-dust fuel, natural gas, coke, savings.

UDC 621.867:622-188

Solutions for Transporting Hot Material in Cokeless Metallurgy

Reddemann F. // Stal'. 2011. No. 8. P. 21 – 23.

UDC 669. 184.142

A Universal Lance for BOFs

Yavoysky A. V., Khisamutdinov N. E., Belov V. V., Beketov I. V., Isupov Yu. D., Puzyrev Yu. A. // Stal'. 2011. No. 8. P. 24 – 28.

Unsteady oxygen blast pulsations excitation on steelmaking bath processes and withdrawal waste gases reburning mechanisms are described. Resources to decrease power consumption for BOF-steelmaking are pointed out. Special blast devices for realization of this purpose were designed. Principal possibilities for BOF-process technology regime control with adjusted amplitude-frequency characteristics (AFCh) of unsteady condition oxygen blow with backward waste gases reburning just above metal bath surface are shown. They are discussed as basis for engineering multi-purpose BOF tuyers.

Key words: BOF-steelmaking, unsteady condition flow, pulsate, impulse excitation, control, amplitude-frequency characteristic (AFCh), oxygen lance, tuyere, steelmaking practice.

UDC 669.046.587.6

Use of Alumoslag Briquettes in Secondary Steel Treatment at the Ashinsky Steel Mill

Ghindulin M. T., Fedotov S. V., Shakirov Z. Kh., Gherner V. I., Obrezkov V. V., Senin A. V. // Stal'. 2011. No. 8. P. 28 – 30.

The results of the addition of aluminum-slag briquettes to the slag in ladle for refining of steel are presented. Results of more than 5000 melts indicated that application of aluminum-slag briquettes reduces duration of slag-making; reduces the consumption of lime and aluminum for deoxidation; stabilizes desulfurization level; reduces the duration of treatment, energy and refractories consumption.

Key words: refining slag, slag diluent, desulfurizing slag, ladle treatment of steel.

UDC 622.78+669.168:061.3

International Scientific and Practical Conference "Abishevsky Lectures-2011"

Tolymbekov M. Zh., Lu N. Yu. // Stal'. 2011. No. 8. P. 31 – 32.

UDC 621.771.014.001.5

Interconnection of Criteria and Particular Values of Flatness and Camber of Flat Rolled Material

Maksimov E. A., Babkin A. Gh. // Stal'. 2011. No. 8. P. 35 – 39.

The existing technique and criteria of planeness of strips are considered. The new kinematic criterion of planeness is investigated, and also private parameters of planeness rolling strips.

Key words: criterion of planeness, private parameters of planeness.

UDC 621.771.23.016.3

Cold Rolling Techniques of Steel with Standard Roughness in Textured Rolls

Kochneva T. M., Kolyada T. V., Poletskov P. P., Abdulbarov R. I., Zheleznov V. A. // Stal'. 2011. No. 8. P. 39 – 41.

In JSC "MMK" a new technology of cold-rolled sheet with regulated surface roughness was developed. This technology involves the use of special tension in cold rolling mills, special parameters of work rolls