

Совершенствование измерения массы толстых покрытий фирмой California Steel

Точность измерения массы цинкового покрытия в линии агрегатов непрерывного цинкования имеет большое значение для уменьшения расхода цинка и гарантирования поставок заказчикам полосы с покрытием требуемой массы. На протяжении многих лет системы измерения массы покрытий, работающие в режиме реального времени, обеспечивали необходимую точность при измерении тонких покрытий (25–150 г/м² с каждой стороны). Однако для толстых покрытий (150–350 г/м² с каждой стороны) трудно было обеспечить высокую точность измерений, так как измерительные системы работали на пределе своих возможностей. В данной статье рассмотрены такие факторы, влияющие на точность измерения массы покрытия, как калибровочный образец и методы калибрования, отклонения оси полосы от оси агрегата, температурная компенсация.

Линии непрерывного цинкования фирмы CSI

Предприятие фирмы California Steel Industries Inc. (CSI), расположенное примерно в 50 милях к востоку от Лос-Анджелеса, в Фонтане, Калифорния, США, производит оцинкованную и отожженную полосу, используемую в качестве конструкционного материала в жилищном и промышленном строительстве.

Фирма CSI располагает двумя линиями непрерывного цинкования (ЛНЦ) для производства оцинкованной и отоженной полосы. ЛНЦ №1 обрабатывает полосы толщиной 0,4–4,2 мм и шириной от 680 до 1550 мм. Масса покрытия с каждой стороны полосы варьируется в пределах от 45 до 360 г/м². В ЛНЦ №2 наносят покрытия на полосы толщиной 0,25–1,5 мм и шириной 680–1320 мм. Масса покрытия с каждой стороны полосы составляет от 45 до 140 г/м². На протяжении последних десяти лет на обеих линиях были установлены аналогичные системы измерения массы покрытия в режиме реального времени. Однако точность измерения покрытий массой более 140 г/м² с каждой стороны полосы была недостаточной, а техническое обслуживание измерительных систем стало затруднительным.

В связи с этим было решено заменить датчики измерительных систем на обеих линиях. При выборе новой измерительной системы учитывали множество факторов, в первую очередь — выросшие цены на цинк. Наиболее важными характеристиками, позволяющими избежать нанесения избыточного покрытия, считали точность датчиков и быстрый отклик через обратную связь, особенно при ручном управлении процессом. Хотя системы измерения массы покрытия с датчиками, размещенными довольно далеко от воздушных ножей, успешно работали многие годы, пришли к выводу, что быстрый отклик и обратная связь при автоматическом регулировании процесса

могут способствовать дальнейшему сокращению избыточного покрытия. Поэтому датчики толщиномеров решили разместить как можно ближе к ножам, т. е. в башне охлаждения после цинковальной ванны. Такое расположение имеет преимущество с точки зрения стабильности подачи полосы, компенсации температуры и технического обслуживания оборудования в этой горячей зоне. Наиболее важной была реконструкция системы измерения массы покрытия на ЛНЦ №1, на которой обрабатывают полосы большей толщины и ширины и с большей массой покрытия.

При выборе изготовителя новой измерительной системы руководствовались особенностями эксплуатации оборудования, стремясь обеспечить чувствительность измерений, воспроизводимость результатов и точность. Очень важна была также возможность измерения покрытия с массой более 350 г/м² с каждой стороны полосы. Фирма CSI выбрала датчики, выпускаемые компанией IRM Group. После установки новой системы регулирования с целью повышения точности измерений с помощью датчиков были решены проблемы, связанные с технологией и калиброванием. Эти проблемы, в том числе компенсация температуры в воздушном зазоре, отклонения полосы от оси агрегата, исходные стандарты точности, корректирование порядка калибровочной кривой, будут рассмотрены ниже. В целом следует отметить, что работа новых систем оправдала ожидания фирмы CSI.

Основные параметры системы измерения массы покрытия FVXR-1

Принцип измерения. Высокоэффективные измерители массы цинкового покрытия основаны на принципе рентгеновской флуоресценции. Слой цинкового покрытия подвергают воздействию рентгеновского излучения, направленного на его поверхность; возбужденные атомы цинка генерируют

Дениэл Рамело, Марк Малмендье, фирма **IRM Group S.A.**, Алье, Бельгия; Майк Рамсей, фирма **IRM Group Inc.**, Гроув Сити, США; Джон Рэй, фирма **California Steel Industries Inc.**, Фонтана, Калифорния, США

Контакт: www.irmgroup.info
E-mail: info@irmgroup.info



Посетите фирму IMS
на международной специализированной
металлургической выставке в
г. Дюссельдорф с 28.06 по 02.07.2011,
павильон 5, стенд 5B15



Ваша задача по измерению – наша измерительная техника



Повышайте качество Вашей продукции!

Наши высокоточные рентгеновские, радиоизотопные и оптические измерительные системы для черной и цветной металлургии значительно увеличат эффективность Ваших установок.

Мы специализируемся на решении задач, связанных с измерениями!

IMS Service LLC

Ул. Кирова 159, офис 710
454091 Челябинск
Россия

Бесконтактными измерительными системами фирмы IMS определяются в условиях непрерывной прокатки следующие параметры:

- толщина и профиль толщины
- клин и выпуклость
- утонение кромки
- плоскостность и гладкость
- ширина и положение материала
- размеры и геометрия
- дефекты кромки и дыры
- внутренние дефекты полосы
- толщина стенки трубы и эксцентриситет
- диаметр и овальность
- толщина и профиль покрытия
- температура и поперечный профиль температуры
- скорость и длина

Наши услуги – обеспечат Вам успех!



толщина



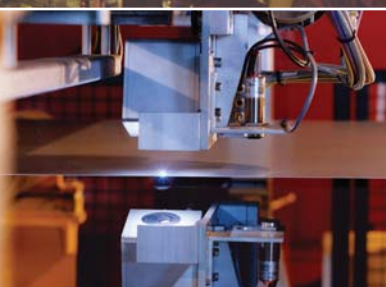
плоскость (TopPlan)



ширина



труба



покрытие



размеры

IMS – это специалисты для профессионального сотрудничества на партнерской основе

Мы гарантируем Вам надежную работу и точность измерений.

Мы предлагаем:

- Индивидуальные консультации
- Инжиниринговые услуги
- Монтажные и пусконаладочные работы
- Обучение
- Комплексное сервисное обслуживание
- Долгосрочное обслуживание заказчиков

Мы работаем по всему миру, в Европе, Америке и Азии. Близость к нашим заказчикам способствует первоклассному сотрудничеству с поддержкой на местах при международных проектах.

IMS является Вашим партнером для инновационных разработок в промышленной измерительной технике.

INDUcoder®

... Правильное положение



НАДЕЖНЫЕ КОДИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ AWG/AWS

СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАДЕЖНЫЕ КОДИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ

для предприятий черной металлургии, прокатных цехов, угольных шахт, строительных кранов, химической, фармацевтической и пищевой промышленности

- Дискретные датчики — 900 000 имп./об.
- Абсолютные одно- и многооборотные кодирующие устройства — программируемые SSI, INTERBUS, PROFIBUS, ETHERNET Powerlink, CANopen, Device Net, параллельные и сериальные интерфейсы
- Дублирование за счет двойных или тройных датчиков положения — комбинация дискретных датчиков эталонных значений
- Рабочие температуры от -40 °C до +200 °C

INDUcoder Messtechnik GmbH

Kaiserstrasse 316 • 47178 Duisburg • Germany

Phone: +49 203 57047-0 • Fax: +49 203 57047-20

Internet: <http://www.inducoder.de> • Email: info@inducoder.de

MWE

Magdeburger
Walzwerk Engineering
GmbH

- Реконструкция существующих линий
- Аджастажные участки
- участки охлаждения проката
- Моталки для мелкого сорта
- оборудование для удаления окалины
- Ножницы
- Рабочие клетки
- Запасные части

Проектирование оборудования
Разработка схем калибровки
Проработки типа бенчмаркинга
Разработка конструкций

MWE Magdeburger Walzwerk
Engineering GmbH
Schiffbreite 3, D-39120 Magdeburg
Телефон: +49 391 6074460
Телефакс: +49 391 6074470
e-mail: info@mwe-gmbh.com
www.mwe-gmbh.com

Посетите наш стенд 7-5С17 на выставке «Металлургия–Литмаш»
23–26.05.2011 в Москве



www.LAP-LASER.com

ИЗМЕРЕНИЕ ВМЕСТО ПЕРЕПЛАВКИ

Действительно, чем больше обрезки, тем выше себестоимость вашей продукции. Из каждой тонны стального листа, проданной по цене 650 ЕВРО, вы зарабатываете 500 ЕВРО, стоимость обрезки составляет 150 ЕВРО за тонну. Сэкономьте 10 миллионов ЕВРО в год, сократив обрезки на 2%! **Инвестируйте в покупку высокоточной лазерной системы измерения LAP и вы оптимизируете расходы на резку!**

ОКУПИТ
СЕБЯ УЖЕ
ЧЕРЕЗ ПАРУ
ДНЕЙ!



*Пример расчета: производство плиты с размерами 5000 мм × 45000 мм × 10 мм, объем производства 1 миллион тонн в год, экономия резки по ширине – 100 мм (по 50 мм с каждой стороны).

LAP
LASER

вторичное фотонное излучение (флуоресцируют), которое воспринимается соответствующим датчиком, обычно — ионизационной камерой (рис. 1). Для такого метода измерения характерно высокое соотношение шум/сигнал. Следовательно, качество измерений сильно зависит от конструктивных особенностей всей измерительной цепи: стабильности источника рентгеновского излучения и работы генератора высокого напряжения, конструкции ионизационной камеры, размеров зоны измерения на полосе, уровня шума в предварительном усилителе при высоком усилении, обработки поступающего сигнала и т. д.

Особенности прибора FVXR-1.

Все эти аспекты были оптимизированы инженерами группы IRM в ходе разработки прибора FVXR-1 для определения массы покрытия. Данный прибор имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными датчиками:

- широкий диапазон измеряемых величин массы покрытия — вплоть до 650 г/м² с каждой стороны полосы для цинкового покрытия;
- более полные результаты измерений на кромках полосы благодаря перпендикулярно направленному рентгеновскому излучению, точному позиционированию измерительных головок (детекторы кромок) и переменной скорости сканирования;
- высокая скорость отклика при измерениях, обусловленная в основном конструкцией ионизационной камеры с очень низкой константой времени;
- высокая скорость сканирования, допускающая большее число измерений массы покрытия на полосе и быстрее реагирующая на сигналы системы управления воздушным ножом.

В результате распределение массы покрытия, измеренного с помощью этого датчика, имеет высокую воспроизводимость, независимо от скорости и направления сканирования. Благодаря высокой скорости отклика удается избежать эффекта запаздывания, который может ослабить корректирующую реакцию на изменение массы покрытия.

На рис. 2 показана воспроизводимость результатов измерения распределения массы покрытия, полученная в ходе приемочных производственных испытаний одной из головок прибора с датчиком. На неподвижном образце полосы были измерены 26 профилей распределения покрытия, 13 — при прямом ходе головки и 13 — при обратном ходе. Воспроизводимость результатов измерения профилей при

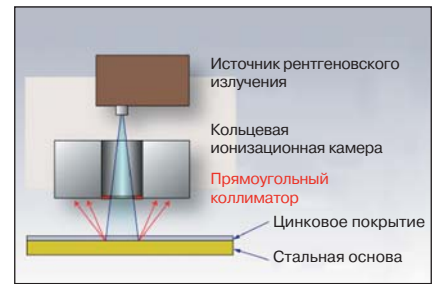


Рис. 1. Принцип работы датчика измерения массы цинкового покрытия

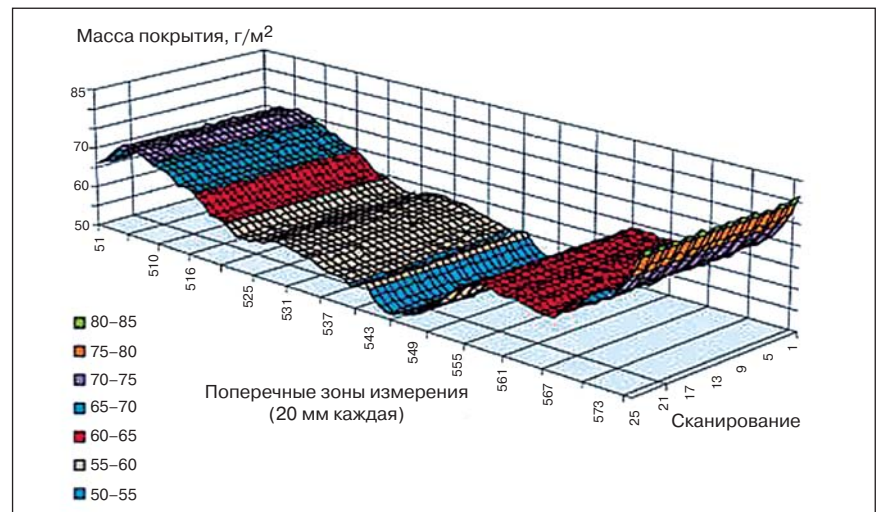


Рис. 2. Воспроизводимость результатов измерений распределения массы покрытия (26 профилей)

прямом и обратном ходах оказалась в пределах $\pm 0,4$ г/м² при средней массе покрытия 60 г/м² ($\pm 0,6$ %).

Критические параметры для толстых покрытий. Для удовлетворения требований к качеству продукции и улучшения показателей производства фирма CSI стремится повысить точность калибровки датчиков до уровня менее ± 1 % для всего диапазона наносимых покрытий (от 30 до 405 г/м² с каждой стороны полосы). Такая точность практически аналогична возможностям деструктивного метода «взвешивание — полоса — взвешивание» (Weigh — Strip — Weigh, WSW, по стандарту ASTM A 90 / A 90M [1]), который использовали для подтверждения точности применяемой методики.

Прибор FVXR-1 может измерять цинковое покрытие массой до 650 г/м² с каждой стороны полосы. На рис. 3 приведена типичная экспоненциальная кривая отклика для флуоресцентного датчика, используемого группой IRM. Нелинейная зависимость между сигналом датчика и массой покрытия

Масса покрытия с каждой стороны полосы, г/м ²	Разрешающая способность, с каждой стороны полосы, г/м ²
45,0	0,002
152,0	0,006
305,2	0,020
412,0	0,060
600,0	0,180

Таблица 1. Разрешающая способность измерений в зависимости от толщины покрытия

указывает на то, что точность измерения зависит от таких критических факторов, как характеристики датчиков, качество калибровочных образцов и метод калибрования.

Характеристики датчиков. Разрешающая способность измерительной аппаратуры снижается с увеличением массы покрытия (табл. 1). Однако показатели разрешающей способности остаются на достаточном уровне для получения удовлетворительной точности измерений. Эта характеристика не является лимитирующим фактором для измерительной системы.



ПЕЧИ CAN-ENG

Испытанная технология производства труб и прутков



Закалка с последующим отпуском
Непрерывный отжиг труб
Непрерывный нормализационный отжиг труб
Термообработка партии

Системы Can-Eng снижают затраты труда и себестоимость, а также улучшают сроки поставок и качество. Чтобы получить дополнительную информацию о технических параметрах, конструкции и производственных возможностях компании Can-Eng Furnaces, зайдите на веб-сайт www.can-eng.com или свяжитесь с Майком Клауком по эл. почте: mklauck@can-eng.com

Закалка и отпуск — ТРУБЫ, ПРУТКИ, ПЛАСТИНЫ
Светлый отжиг — УГЛЕРОДИСТАЯ И НЕРЖАВЕЮЩАЯ СТАЛЬ



ПОСЕТИТЕ СТЕНД 7-4 В05 КОМПАНИИ CAN-ENG FURNACES В ВЫСТАВОЧНОМ ЗАЛЕ METALLURGY LITMASH HALL 7 В ПЕРИОД С 23 ПО 26 МАЯ 2011 Г.



P.O. Box 235, Niagara Falls, New York 14302-0235 | www.can-eng.com | Тел.: +1 905.356.1327 | Факс: +1 905.356.1817



JASPER

- Промышленные печи
- Вращающиеся печи
- Регенераторы
 - экономия энергии до 60 %
 - система EcoReg® (вращающаяся, до 1500 °C)
 - система PulsReg® (включаемая)
- Рекуператоры
- Системы горения
- Проектирование процессов

JASPER

Gesellschaft für Energiewirtschaft
und Kybernetik mbH
Bönninghauser Strasse 10
D-59590 Geseke / Germany
Tel.: +49 2942 9747-0
Fax.: +49 2942 9747-47
www.jasper-gmbh.com

в России: Юрий Козлов, тел. +7 916 8101040



Регенератор EcoReg®
мощностью 8 МВт

MultiMelter® мощностью плавления 150 т/сут,
оборудован системой EcoReg®

Высокий уровень шума, присущий флуоресцентному методу, не является проблемой ввиду высокой скорости измерений: измерения выполняются примерно в 20 тыс. точек для построения профиля распределения массы покрытия по ширине, разделенной на зоны измерения (обычно 50 или 100 зон). Таким образом, в каждой зоне имеется достаточное число измерений, чтобы обеспечить усреднение этого шума до приемлемого уровня.

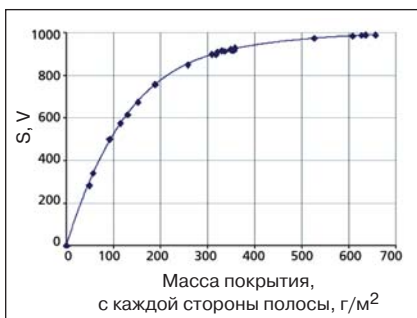


Рис. 3. Кривая отклика датчиков для широкого диапазона толщины покрытий

Датчики должны обеспечивать стабильную работу на протяжении восьмичасовой смены с отклонениями в пределах $\pm 0,1\%$. Регулярное калибрование по стандартным образцам через каждые четыре часа гарантирует, что этот уровень будет сохраняться.

Средние погрешности измерения массы покрытия, связанные с отклонениями оси подачи полосы от оси агрегата в пределах ± 3 мм для покрытий массой от 45 до 430 г/м² с каждой стороны составляют менее 0,45 % (рис. 4). Такие показатели достигнуты, в частности, благодаря специальному фильтру, установленному в ионизационной камере, и стабилизирующим роликам, расположенным с обеих сторон блока датчиков.

Для датчиков, установленных в башне охлаждения линии цинкования фирмы CSI, температура рабочей поверхности измерительных головок, обращенной к полосе, при измерении массы покрытия на полосе после процесса цинкования и отжига повышается до 100 °С. При этом колебания

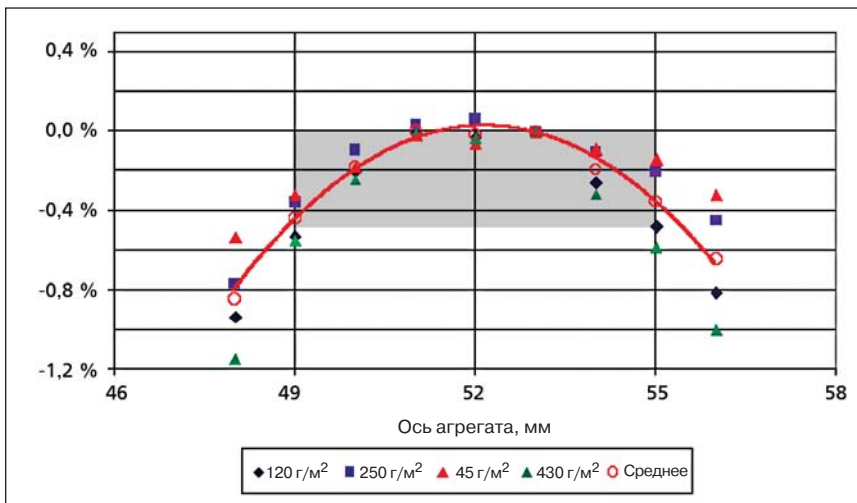


Рис. 4. Зависимость погрешности измерения массы покрытия от отклонения оси подачи полосы от оси агрегата

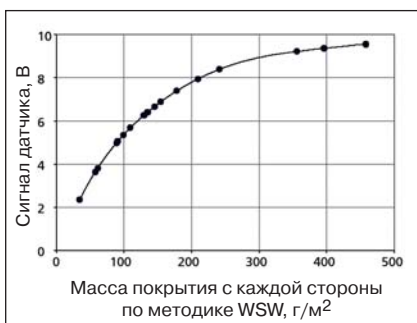


Рис. 5. Первое калибрование в производственных условиях (февраль 2008 г.)

температуры в зазоре между полосой и измерительной головкой влияют на энергию рентгеновской флуоресценции. В связи с этим измерительные головки оборудуют также датчиками температуры воздуха, а в измерительной системе предусматривают компенсационный алгоритм, корректирующий показатели с учетом изменений температуры. Компенсационная программа вносит коррекцию $-0,08\%/^{\circ}\text{C}$ при изменении рабочих температур в интервале от 20 до 60 °С.

Обобщив эти результаты, можно прийти к заключению, что точность датчиков стандартного прибора FVXR-1 при измерениях в режиме реального времени равна $\pm 0,6\%$ (квадратичная сумма упомянутых выше остаточных погрешностей).

Калибровочные образцы и процедура калибрования. Датчик был предварительно откалиброван и испытан в производственных условиях с использованием комплекта контрольных образцов группы IRM. Однако окончательную калибровку всегда выполняют на образцах заказчика, чтобы гарантировать наилучшую корреляцию между прибором и измерениями в заводской лаборатории, которая дает окончательное заключение о массе покрытия.

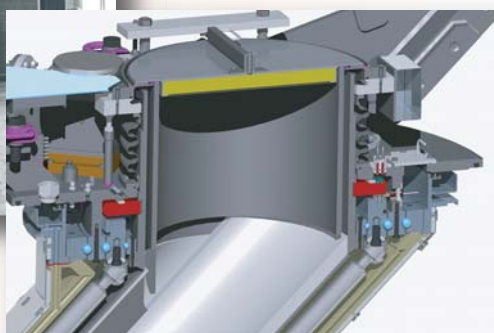
Для датчиков, применявшихся прежде в приборах для определения массы покрытия, фирма CSI разработала два пакета стандартов, охватывающих различные диапазоны изменения массы цинкового покрытия полосы (от 45 до 140 г/м² и от 45 до 90 г/м² с каждой стороны). Эти стандарты были разработаны на основе линейно-регрессионного анализа результатов сопоставления показаний датчиков и деструктивного метода WSW [2]. При такой методике с помощью датчиков выполняют измерения примерно на 40 образцах с заданной массой покрытия. Затем несколько образцов отбирали и откладывали в сторону, а массу покрытия на остальных образцах определяли по методу WSW. По мере накопления данных рассчитывали линейную регрессию между результатами измерений и показателями по стандарту, а затем рассчитывали массу покрытия на отложенных образцах. Этот метод давал хорошие результаты до тех пор, пока измеренные массы покрытия не выходили за пределы возможностей измерительных датчиков. Так как прежние датчики не обеспечивали точность измерения покрытий массой более 140 г/м² с каждой стороны, то стандарты для более толстых покрытий пришлось разрабатывать традиционным периметрическим методом.

Периметрический метод предусматривает отбор крупного образца и разделение его на несколько зон, причем центральный образец идентифици-

БЕСКОНУСНОЕ ЗАГРУЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО (БЗУ) «No-Bell Top» для доменных печей



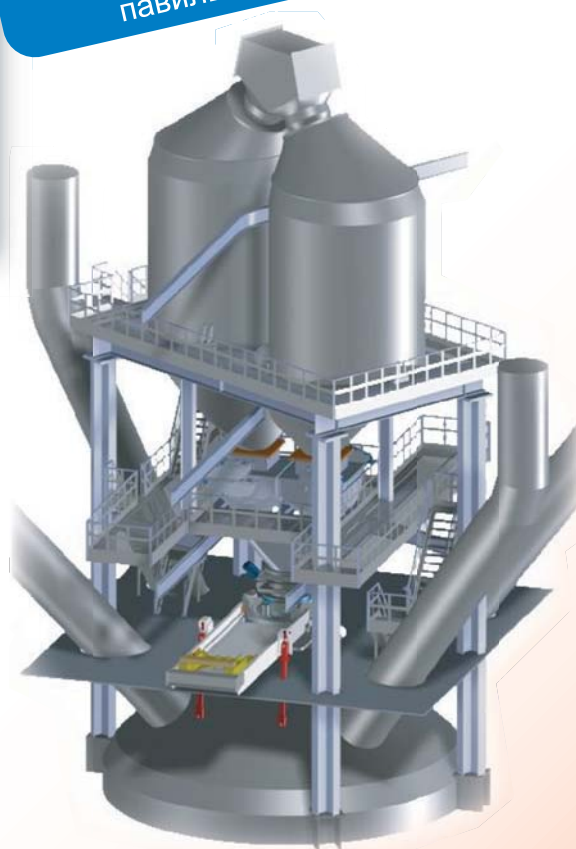
ZIMMERMANN & JANSEN



Новинка! No-Bell Top

- Новая компактная конструкция
- Простая замена старого устройства на новое
- Ни новой стальной конструкции, ни новых загрузочных устройств
- Низкие инвестиционные затраты
- Уменьшение расхода редуцированных материалов
- Постоянное регулируемое распределение материалов

Приглашаем вас на выставку METEC
в Дюссельдорфе, 28.6. - 2.7.2011
павильон 4, стенд 4F26



Наше новое компактное бесконусное загрузочное устройство «No-Bell Top» фирмы Z&J Technologies очень просто заменит ваше старое двухконусное загрузочное устройство. Для такой замены не нужна новая стальная конструкция, не нужен новый скип или новый транспортёр! К низким инвестиционным затратам присоединяются после простой замены и другие экономические преимущества нашего No-Bell Top! Таковыми являются, как правило, увеличение полезного объема домы и снижение расхода редуцированных материалов вследствие направленного их распределения. Поскольку отпадает необходимость в опускании или подъеме загрузочной трубы, то сводятся к минимуму нагрузки на передачи. Это гарантирует безупречную безаварийную эксплуатацию загрузочного устройства.

Z&J Technologies GmbH
Bahnstraße 52 • D-52355 Düren
P.O. Box 10 25 65 • D-52325 Düren
Phone: +49 - 2421 - 691 - 0
Telefax: +49 - 2421 - 691 - 241
E-Mail: postoffice@zjtechnologies.de
www.zjtechnologies.de

Zimmermann & Jansen Inc.
620 N. Houston Avenue
P.O. Box 3365
Humble, Texas 77347 - 3365, USA
Phone: (+1) 281 446 - 8000
Telefax: (+1) 281 446 - 8126
E-Mail: zj.central@zjinc.com

**Z&J High Temperature Equipment
(Shanghai) Co., Ltd.**
No.2 Workshop, 819 Yinchun Road,
Minhang District
Shanghai 201109, P.R. China
Phone: (+86 21) 6490 7780 ext. 288
Telefax: (+8621) 6490 7822
E-Mail: D.Ye@zjtechnologies.cn

Арматура для черной металлургии

Благодаря стабильному и бесперебойному режиму работы наша продукция для черной металлургии завоевала известность во всем мире.

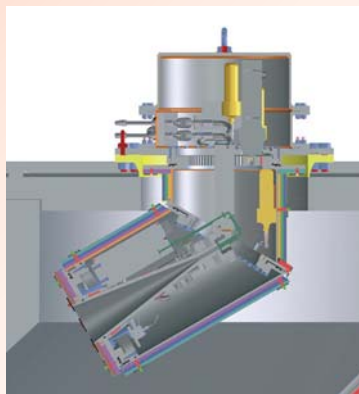


ZIMMERMANN & JANSEN

Выборка из нашей программы поставок:

Оборудование

- ГУБТ / Турбина газорасширения
- Газовые факелы
- Разработка приводов - электрические, гидравлические, пневматические



Оснастка

- Бесконусное загрузочное устройство (БЗУ)
- Устройства отвода в доменных печах
- Горелки
- Устройства розжига

Арматура для воздухонагревателей, газовых сетей, доменных печей и т.д.

- Шибер горячего дутья
- Шибер на тягу
- "Очковые" задвижки
- Рычажные клапаны (2-, 3-рычажный или с перекидным рычагом)
- Эксцентриковые и дроссельные клапаны
- Дроссельный клапан с устройством перепуска воздуха СНОРТ
- Атмосферный клапан
- Клапан перепускной
- Групповой расширительный клапан
- Отсечной и газопредохранительный клапан





MPT International
the leading technical journal for the
global iron & steel industry

Come and see the MPT staff at
METEC, hall 5, booth 5B19



www.MPT-International.com



**Электромагнитный уровнемер стали
в кристаллизаторах для МНЛЗ**

Наши другие продукты:

- специальное оборудование для металлургических заводов, литейных заводов и машин
- специальные горячекатаные профили
- центробежное литье (валки для производителей труб и пищевой промышленности, кольца для ВЭУ; трубы и втулки)
- покрытие инструментов и форм с длительным сроком службы (покрытия PVD, CVD, PACVD)
- сварные конструкции для промышленного применения в машиностроении, металлургии и строительстве

**Добро пожаловать в наш стенд
на выставке ЛИТМАШ / Металлообработка,
23.-27.5.2011, Павильон «Форум», стенд ФД 034.**

VUHZ a.s.
739 51 Добра 240, Чешская Республика
тел.: +420 558 601 296
факс: +420 558 601 280
интернет: www.vuhz.cz
e-mail: level@vuhz.cz



Пилы и ножницы | Машины абразивной резки | Системы для складирования и чистовой обработки | Устройства для кантовки |
Правильные машины | Холодильники
Установки "под ключ" | Прокатные клетки | Специальные решения **для ВАШЕГО ПРОКАТНОГО СТАНА**



www.koch-hk.com

METEC Посетите нас
на METEC
29 июня –
2 июля 2011
Павильон 4 – стенд 4B15

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКАТКИ — ЭТО ДЕТСКАЯ ИГРА С СИЛЬНЫМ ПАРТНЕРОМ

руется как окончательный калибровочный. Все внешние по отношению к нему образцы измеряют по методике WSW и полученный средний результат также относят к центральному калибровочному образцу. Этот метод в большой степени основан на предположении о равномерном распределении покрытия по всей поверхности образца. Но в реальном процессе нанесения покрытия равномерность его распределения снижается по мере увеличения массы покрытия.

Сдача в эксплуатацию, первые результаты и усовершенствования

Датчики были откалиброваны по имеющимся у фирмы California Steel образцам с известной массой покрытия (рис. 5), с использованием кривых соответствия 7-го порядка. Результаты измерений с помощью датчиков в режиме реального времени в течение следующего месяца оценивали путем систематического сравнения с результатами, полученными в заводской лаборатории (рис. 6). Сравнение выявило хорошую корреляцию при массе покрытия до 150 г/м² с каждой стороны полосы. Для более толстых покрытий наблюдалась погрешность до ±6 %, постоянная для образцов, откалиброванных в этом диапазоне.

Следует отметить, что верхний и нижний пределы измерений имели отличное соответствие, что подтвердило ожидаемые возможности датчиков, а также эффективность усовершенствования процедуры калибрования. Основываясь на этих результатах, фирма California Steel и группа IRM продолжили совместную работу по повышению точности измерений.

Измерительная техника и совершенствование технологии. Уже первые измерения массы покрытия оцинкованной и оцинкованной полосы показали, что компенсация температуры неэффективна в воздушном зазоре во всем диапазоне температур измерения до 100 °С. Поэтому, используя результаты измерений образцов в режиме реального времени и изменение температуры в каждом стандартизирующем проходе, рассчитали новые значения коэффициентов компенсации и ввели

Рис. 6. Первые результаты, полученные в производственных условиях (март 2008 г.) (сравнение результатов измерения датчиками с результатами заводской лаборатории)

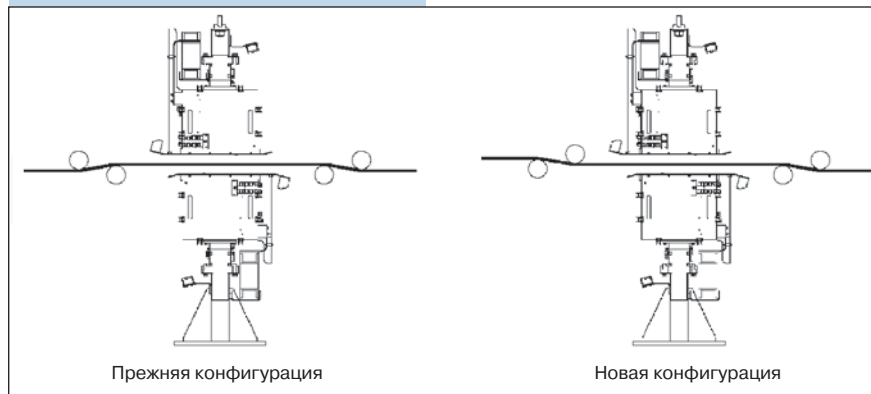
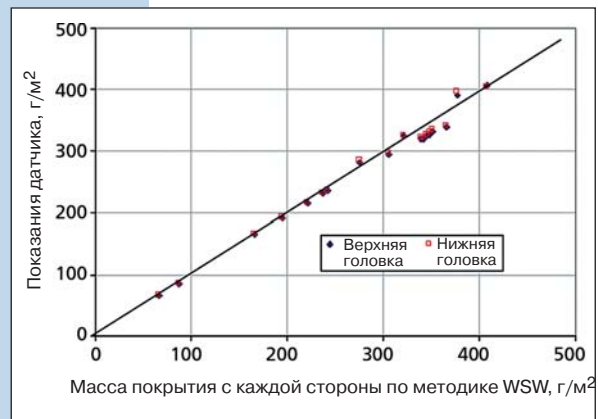
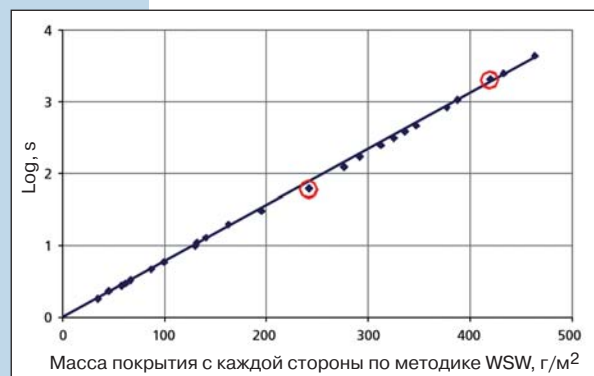


Рис. 7. Конфигурация линии перемещения полосы через измерительный блок

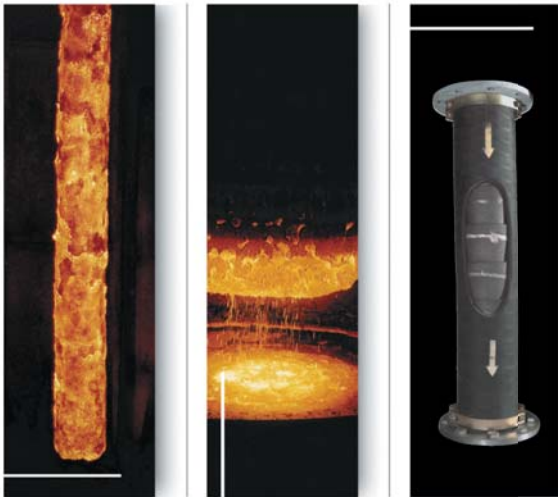
Рис. 8. Логарифмическая кривая для датчика



их в программу для каждого датчика. Новые коэффициенты позволили повысить точность измерения массы покрытия, уменьшив погрешность результатов в среднем с 6 до 2 %.

В традиционной конструкции измерительного узла ось перемещения полосы задавалась с помощью двух пар направляющих роликов малого диаметра, расположенных с обеих сторон измерительного блока (рис. 7). Полоса проходила через измерительный блок над двумя расположенными ближе к нему роликами. Внешние,

удаленные от блока ролики с обеих сторон, создавали натяжение полосы и предотвращали ее искривление при проходе через измерительный блок. Такая конфигурация измерительного блока позволяла успешно измерять массу покрытия на сравнительно тонких полосах. Однако при измерениях более толстых полос (толщиной свыше 2 мм) обнаружили, что изгиб полосы или ее подъем над линией подачи в измерительный узел превышает величину, допускаемую для датчика (±3 мм). Было также установлено, что



GSB
Good Safe Basis
for proven products

Мы занимаемся поставками огнеупорных монолитных форм, заранее отлитых профилей, погружных труб для циркуляционного вакуумирования и гибких колен. Уникальная компетенция и обширный опыт фирмы GSB в области стальных конструкций и огнеупорных технологий позволяет ей комбинировать «лучшее из двух». Индивидуальный подход к проектам и исключительное качество продукции делают фирму GSB Вашим надежным партнером для реализации жестких требований по огнеупорам.

Feuerfesttechnik
GSB
Group
Verschleißtechnik
Stahlbau

GSB Group GmbH
Flottmannstraße 57
D-44807 Bochum
Tel.: +49 (0)2 34 - 9 04 53-0
Fax: +49 (0)2 34 - 9 04 53-33
eMail: info@gsb-group.de
Internet: www.gsb-group.de

© www.koepfern.de

Dilatometer DIL805L

Закалочный дилатометр



- температурный диапазон: 20 °C–1500 °C; –150 °C–1300 °C
- материал образца: электропроводный
- атмосфера: N₂, Ar, He, вакуум, воздух
- геометрия образца: сплошной и полый, d ≈ 4 мм, l ≈ 10 мм
- скорость нагрева: макс. 2500 K c⁻¹
- скорость охлаждения: макс. 2000 K c⁻¹

BÄHR-Thermoanalyse GmbH
P. O. Box: 1105
D-32603 Hüllhorst/Germany
Tel.: +49-5744-9302-0
Fax.: +49-5744-9302-90
info@baehr-thermo.de
www.baehr-thermo.de

Köppern



Мы агломерируем ваши ценные ПЫЛЬ и мелочь.



Мы брикетируем, в числе прочего, отходы сталеплавильного производства, губчатое железо (горячее и холодное), хромовую руду, порошок никель, медный концентрат и другие виды мелочи.

Брикеты используют для загрузки в шахтные печи, кислородные конвертеры, печи с вращающимся подом, электродуговые печи и другие восстановительные или плавильные агрегаты.

Köppern – качество из Германии.

- Современная технология
- „Ноу-хау“ технологического процесса
- Высокая работоспособность
- Быстрая замена валков

www.koepfern.de

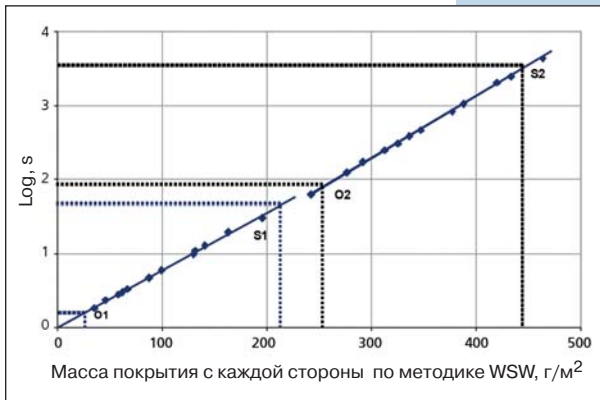


Рис. 9. Калибрование в форме нескольких кривых

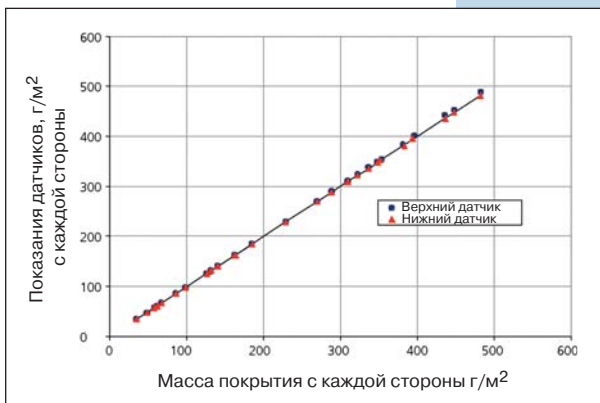


Рис. 10. Результаты окончательной проверки

по мере увеличения толщины полосы расстояние от ее поверхности до нижней измерительной головки остается постоянным, в то время как расстояние до верхней измерительной головки уменьшается из-за смещения полосы вверх. При движении толстых полос через ЛНЦ № 1 их смещения относительно линии подачи превышали допустимые $\pm 3\%$, что в сочетании с подъемом полосы снижало точность измерений. Для устранения этой проблемы изменили конфигурацию линии подачи, установив ближайший к измерительному блоку ролик на входной стороне над полосой, а на выходной стороне — под полосой. Внешние ролики располагались по диагонали от внутренних, обеспечивая натяжение полосы и ее стабильное положение при измерении (см. рис. 7). Эти изменения позволили исключить влияние подъема полосы на точность измерений, равномерно распределяя подъем полосы в зазоре между верхней и нижней головками и оставляя его в допустимых пределах ± 3 мм. Тем самым удалось сохранить погрешность измерения в пределах, заданных технической характеристикой.

Калибровочные образцы и изменение процедуры калибрования.

Заключительной операцией стало калибрование датчиков для измерения покрытий массой более 150 г/м^2 с каждой стороны полосы. Как упоминалось выше, существующие стандарты не обеспечивали требуемого калибрования в этом диапазоне покрытий. Погрешности калибрования, согласно этим стандартам, усилились коррекцией результатов по кривым соответствия 7-го порядка. В итоге получили недостоверные результаты при калибровании последних образцов.

Первоначально были внедрены калибровочные кривые 1-го порядка, основанные на использовании чистой логарифмической зависимости при расшифровке показаний датчиков группы IRM (в основном, запатентованной ионизационной камеры), которые хорошо зарекомендовали себя в ряде предыдущих проектов. На рис. 8 показана кривая 1-го порядка, использованная в стандартах фирмы CSI. Хотя совпадение с показателями существующих образцов было менее точным, чем для кривых 7-го порядка, все же предложенные кривые оказа-

лись полезными при подтверждении применимости новых образцов и результатов, полученных по методике WSW. Новую методику можно применять и для измерения массы более толстых покрытий. Полученная логарифмическая калибровочная кривая 1-го порядка имеет ряд преимуществ, чем были испытаны на образцах. Такой подход обеспечивает получение ряда преимуществ:

- прямая зависимость интуитивно легче воспринимается;
- разброс точек относительно прямой однозначно указывает на высокое качество стандартных образцов;
- образцы с большим отклонением от прямой можно считать сомнительными результатами, полученными при лабораторных измерениях по методике WSW, и не учитывать (например, образцы с массой покрытия 250 и 420 г/м^2).

Новые образцы для всего диапазона возможной массы покрытия были измерены с помощью датчиков. Для того, чтобы ограничить ошибки, связанные с неравномерностью покрытия (особенно для образцов с более толстыми покрытиями), каждый образец измеряли по четыре раза, поворачивая перед каждым следующим измерением на 90° . Образцы с большими отклонениями ($> 1\%$) отбрасывали. Из остальных образцов выштамповывали пробы диаметром $63,5$ мм и на них измеряли массу покрытия по методике WSW. По результатам измерений строили калибровочную кривую 1-го порядка. Затем дополнительные образцы в том же диапазоне изменения массы покрытия измеряли с помощью датчиков, а результаты проверяли по методике WSW и использовали для подтверждения и уточнения калибровочной кривой. Когда калибровка датчиков достигала предела возможностей метода WSW, разрабатывали окончательный вариант стандарта с использованием описанного выше метода линейной регрессии.

Далее была рассмотрена возможность разделения операции калибрования на несколько интервалов и получения нескольких кривых для всего сортамента полос с покрытием (рис. 9). Это позволит калибровать датчики на измерение покрытий

ДА БУДЕТ СВЕТ!

- Перископы для камер сгорания со встроенной подсветкой для низких температур ©
- Зондовые видеокамеры для камер сгорания с различными вариантами оснащения
- Прямая и угловая модификации
- Защита внутренних носителей информации
- Электронное и оптическое увеличение
- Аналоговая и сетевая модификации



- Видеокамера для установки на выступающих частях ©
- Прямое азотное охлаждение до 535 °C
- Установка с видеокамерой, объективом, подсветкой
- Регулируемая интенсивность света
- Предлагается также с варифокальными объективами

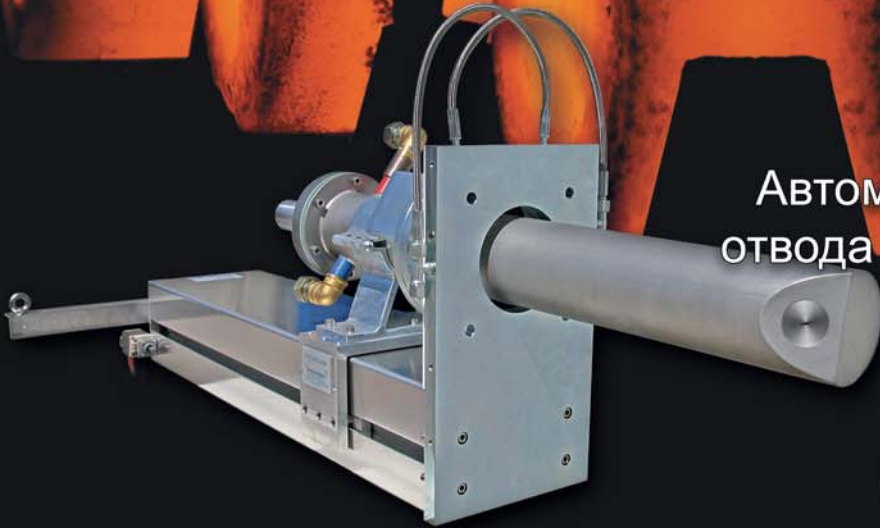


PIEPER

Посетите нас на выставке METEC, павильон 3, стенд A54

Серия ASZ ©

Автоматическое устройство для отвода зонда из камеры сгорания



- Линейный пневматический привод
- Глубина установки зонда переменная
- Любое установочное положение
- Усовершенствованная запорная заслонка печи
- Коррозионностойкое
- Не нуждается в техобслуживании



Мы также предлагаем:

- Промышленные видеокамеры для камер сгорания
- Тепловизоры
- Охлаждаемые защитные кожухи для видеокамер
- Перископы для камер сгорания
- Отводные устройства
- Информационно-управляющий шкаф

PIEPER GMBH

Binnerheide 8
58239 Schwerte
Germany

Tel.: +49 2304 4701-0

Fax: +49 2304 4701-77

E-Mail: info@pieper-video.de

www.pieper-video.de

Наши продукты для
Вашего производства



PIEPER

Partner for advanced technology

a MOOG Company

массой до 610 г/м² с каждой стороны, учитывая влияние таких факторов, как линия перемещения полосы и грунтовочный слой для всего расширенного сортамента продукции. Была также предусмотрена возможность корректировки каждого интервала калибрования в зависимости от соотношения показателей, полученных при измерении массы покрытия датчиками и в лабораторных условиях. Это позволит потребителю быстро корректировать калибровочную кривую в соответствии с последними показателями лабораторных исследований, добавляя ответвления к калибровочной кривой или изменяя угол ее подъема в соответствии с характеристиками процесса.

Результаты эксплуатации

Построенные на основе результатов исследований калибровочные кривые, учитывающие отклонения оси подачи полосы и компенсацию температуры в воздушном зазоре, значительно повысили точность измерений массы покрытий более 140 г/м² с каждой стороны полосы. Для всего диапазона измерений, выполняемых в режиме реального времени, погрешность измерений обоими датчиками снизилась с ± 6 до менее ± 1 % (рис. 10), что свидетельствует о значительном повышении точности калибрования.

В результате значительно повысилась надежность измерения массы толстых покрытий в режиме реального времени. Кроме того, была обеспечена более точная компенсация избыточной температуры в воздушном зазоре при прохождении через него оцинкованной полосы, а также улучшенная конфигурация оси перемещения полосы через измерительный блок, что особенно важно для толстых полос и большой массы покрытия. Соответственно, более точное и надежное измерение массы покрытия позволило использовать существующие замкнутые системы контроля для большей части сортамента выпускаемой продукции.



...150 years!

Любовь

К ИННОВАЦИЯМ!

Мы сильны в «ноу-хау»,
проектировании, инжиниринге
и обслуживании наших систем.

Обращайтесь к нам.



Посетите нас на выставке
МЕТЕС 28.06–02.07.2011
Стенд 5D25



DANIELI MORGÅRDSHAMMAR

Morgårdshammar AB
SE-777 82 SMEDJEBACKEN, Sweden

Phone: +46 240 668500

Fax: +46 240 668501

E-mail: mh@morgardshammar.se

www.morgardshammar.se

Branch Office:

Morgårdshammar AB
Sales office Krefeld

P.O. Box 101552

D-47715 KREFELD, Germany

Phone: +49 2151 81290

Fax: +49 2151 611795

E-mail: office@mh-guides.de



www.mh-guides.com

Выводы

Фирма California Steel Industries установила стандартную систему измерения массы покрытия, разработанную группой IRM, в башнях охлаждения линий непрерывного цинкования № 1 и 2. Хотя датчики соответствовали всем требованиям стандартов при измерениях в минимальной области сортамента наносимых покрытий по толщине (массе), потребовались определенные усовершенствования системы в ЛНЦ № 1, чтобы обеспечить достаточную точность при измерениях для покрытий массой от 140 до 360 г/м² с каждой стороны.

Наиболее эффективной мерой, предпринятой в этом направлении, была разработка новых образцов для калибрования, предусматривающих построение упрощенной калибровочной кривой 1-го порядка для покрытий массой до 360 г/м² с каждой стороны. Возможности прибора FVXR-1, в частности, в области измерений покрытий большой массы, и линейная зависимость между результатами измерений калибровочных образцов и полосы в линии агрегата, позволили фирме CSI использовать действующие датчики для более точных измерений в соответствии со стандартами массы покрытий во всем применяемом диапазоне ее изменения. В результате погрешность калибрования для всего со-

ортамента продукции уменьшилась с ± 6 до менее ± 1 %. Калибровочные кривые 1-го порядка обеспечили надежное измерение покрытий очень большой массы, выходящие за пределы измерений, доступные известным стандартам. Построенные в расширенных пределах калибровочные кривые позволили операторам получать надежные результаты в экстремальных условиях работы линий, например, при переходе в режим нанесения покрытия большей массы или при больших колебаниях профиля при нанесении покрытия массой 360 г/м² с каждой стороны. Кроме того, применение сдвоенных калибровочных кривых для определения массы покрытия позволило фирме CSI использовать их как для максимальной, так и минимальной областей сортамента.

Другие усовершенствования измерительной системы предусматривают применение тонкой температурной компенсации в воздушном зазоре и модернизацию роликов, обеспечивающих стабильность линии подачи полосы в измерительный блок. Температурная компенсация в воздушном зазоре необходима вследствие весьма высоких температур в верхней части башни охлаждения, особенно при производстве отожденной оцинкованной полосы. Учитывая широкий сортament продукции по толщине (от 0,4 до 4,2 мм), изменили конфигу-

рацию узла роликов, обеспечивающих стабильность линии подачи полосы в измерительный блок, что позволило уменьшить смещения полосы до ± 3 мм.

Благодаря совершенствованию стандартов на калибрование, методики калибрования, конфигурации линии подачи полосы и температурной компенсации в линии агрегата, группа IRM и фирма CSI смогли повысить точность измерения массы покрытия в режиме реального времени для всего сортамента продукции, включая покрытия массой до 360 г/м² с каждой стороны. В результате изменения массы покрытия с использованием замкнутой системы контроля стали возможными для большей части сортамента продукции ЛНЦ № 1. ■

Библиографический список

- [1] Anon. ASTM Designation A90/A90M – Standard Test Method for Weight (Mass) of Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings, ASTM – Vol 01.06 Feb 2002, West Conshohocken, PA.
- [2] Larry F. Crawford, Theresa Simpson, and Fritz J Friedersdorf, Generation of HotDip Galvanized Coated Sheet Certified Reference Materials Using X-Ray Fluorescence and Gravimetry, Journal of Materials Engineering and Performance, Volume 12 (5), October 2003. ASM International, Materials Park, OH.

МИР, НАПОЛНЕННЫЙ ДВИЖЕНИЕМ

РЕШЕНИЯ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИИ

VEM является одним из ведущих изготовителей обычных и редукторных двигателей для металлургической промышленности во всем мире. Мы предоставляем технические решения по приводам любого назначения в диапазоне мощности от менее 1 кВт до 30 МВт.



www.vem-group.com