

Коммерческие преимущества, полученные в результате применения новых продуктов Wonderware

1. Повышение безопасности ведения технологических работ, снижение числа нештатных и аварийных ситуаций и сроков их устранения за счет постоянного автоматического мониторинга технологических процессов предприятия

2. Снижение трудоемкости ведения отчетной документации (диспетчерские сводки, рапорты, отчеты) за счет автоматизированного ведения отчетной документации на основании данных приборов учета и АСУТП

3. Обеспечение выполнения производственных планов за счет постоянного контроля производственных показателей

4. Обеспечение данных в диспетчерских сводках, корректности и непротиворечивости данных аналитической отчетности за счет автоматического контроля целостности и достоверности данных ручного ввода для формирования диспетчерских сводок

5. Сокращение трудозатрат на сбор данных производственных систем для составления аналити-

ческой отчетности по балансу металлов и материальному балансу за счет использования единой модели данных производственных систем и унифицированного корпоративного стандарта доступа к данным

Результаты проекта

Результатами проекта внедрения комплекса систем оперативного диспетчерского управления и интеграционной системы уровня PIMS для Быстринского ГОК стали:

— повышение безопасности ведения технологических работ;

— снижение трудоемкости ведения отчетной документации;

— обеспечение выполнения производственных планов;

— сокращение трудозатрат на сбор данных производственных систем для составления аналитической отчетности. На рис. 4 представлены примеры некоторых интерфейсов реализованного комплекса.

Беляева Виктория Дмитриевна — менеджер проекта ООО «ЭкзеПлэнт».

[Http://www.exeplant.ru](http://www.exeplant.ru)

АО «Клинкманн СПб» — официальный дистрибьютор Wonderware by Aveva в России.

Контактный телефон (812) 327-37-52.

[Http://www.klinkmann.ru](http://www.klinkmann.ru) www.wonderware.ru

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СЛИТКОВ ИЗ АЛЮМИНИЯ И АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

В.Г. Прокопьев, В.С. Панько, А.М. Цирюльников (ООО «АльваСофт»)

Описана концепция метода измерения и прототип системы автоматического контроля геометрии цилиндрических слитков из алюминия и его сплавов. Система обеспечивает непрерывное бесконтактное измерение профиля поверхности слитка (диаметра слитка, кривизны, длины) при его движении по существующему роликовому конвейеру без дополнительных механических устройств.

Ключевые слова: цилиндрический слиток, поверхностный дефект, контроль геометрии, алюминиевые сплавы.

Введение

На предприятиях металлургической отрасли выпускаются слитки из алюминия и его сплавов, имеющие в сечении круглую и прямоугольную форму. Производятся слитки различных типоразмеров, в частности, цилиндрические слитки имеют типовые диаметры 152, 178, 203, 228, 254 и 305 мм (соответственно 6, 7, 8, 9, 10 и 12 дюймов) и длину до 7 м. К качеству такой продукции предъявляются самые высокие требования, а именно к ее геометрическим характеристикам, размерам и форме. Однако в силу механического износа кристаллизаторов, неидеального состояния оборудования, отклонений в ведении процесса литья форма слитков отклоняется от идеальной. При этом нарушается как форма слитков, так и качество поверхности слитка, характерный размер отклонений составляет десятые доли и единицы миллиметров.

Обычно контроль формы слитков выполняется вручную с помощью обычных измерительных инструментов: штангенциркуль, линейка, угольник, металлическая струна. Недостатки ручного способа контроля очевидны: возможность появления ошибок измерений и регистрации замеров из-за физической усталости оператора, особенно в вечернее и ночное время суток, недостаточной освещенности; неточность измерений вследствие выхода из строя измерительного инструмента; внесение оператором заведомо ложных показаний измерений с целью сдачи продукции и выполнения сменного задания. Основным недостатком ручной схемы измерений является ее низкая производительность. В силу этого невозможно выполнить полный контроль всех выпускаемых слитков. С другой стороны, согласно требованиям потребителей, измерению подлежит каждый слиток.

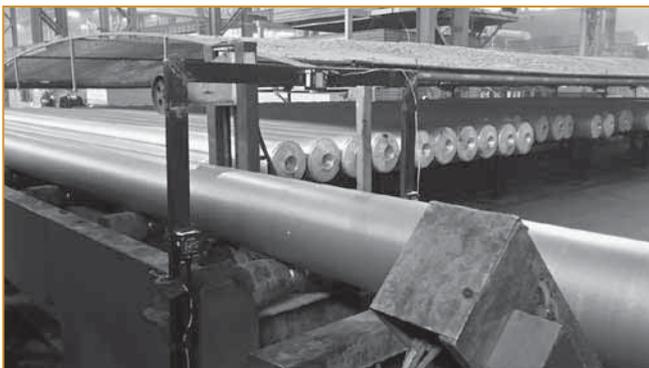


Рис. 1. Цилиндрические слитки на рольганге

Известны решения, используемые при производстве слитков и металлических труб, позволяющие автоматизировать процесс контроля [1–3]. Все они обладают общим недостатком: для выполнения проверки слитков необходимо поместить в измерительную установку, где он последовательно поворачивается для осуществления обзора. Перенос слитков в установку и назад требует существенных затрат кранового времени, и в масштабах крупного литейного производства (десятки слитков за одну рабочую смену) такой подход неприемлем.

Новый способ измерения

Для повышения производительности была разработана концепция системы, описанная в [4], позволяющая выполнять контроль слитков прямоугольной формы непосредственно в процессе их производства. Рассмотрим систему, в которой та же концепция применена для контроля слитков цилиндрической формы.

Плоские и цилиндрические слитки отливаются на вертикальных литейных машинах полунепрерывного действия. Литейная машина оборудована автоматизированной системой управления, выполняющей все функции по отливке слитков. После отливки слитки проходят гомогенизацию в печи, в которую они подаются по одному по роликовому конвейеру (рис. 1).

Способ измерения заключается в продольном бесконтактном «сканировании» поверхности слитка при его перемещении по рольгангу. Между роликами рольганга устанавливается измерительная установка, представляющая собой прямоугольную раму (рис. 2, 3). На раме в нескольких точках устанавливаются бесконтактные лазерные датчики расстояния. Размеры рамы определяются диаметром слитков максимального типоразмера. Крепление датчиков позволяет произвести точную настройку положения и ориентации датчиков.

Датчики измеряют расстояние до поверхности слитка во время его перемещения по рольгангу и передают измеренные значения в систему управления. При этом формируется чертеж поперечного сечения слитка. Благодаря передвижению слитка по рольгангу обеспечивается снятие сечения по всей длине слитка. Таким образом, снимается потребность в сложном и ненадежном в промышленных условиях механическом устройстве, перемещающем измерительную раму вдоль слитка.

Для устранения погрешности, вызванной отсутствием опорной точки при размещении слитка на рольганге, применяются парные датчики, направленные на слиток с противоположных сторон. Для компенсации возможного смещения слитка вверх-вниз и вправо-влево при движении по рольгангу

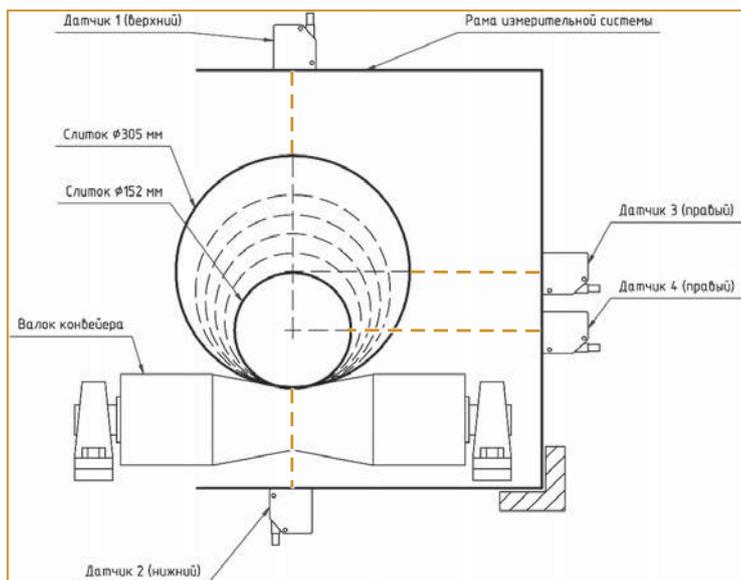


Рис. 2. Измерительная система для контроля диаметра цилиндрических слитков (вид спереди)

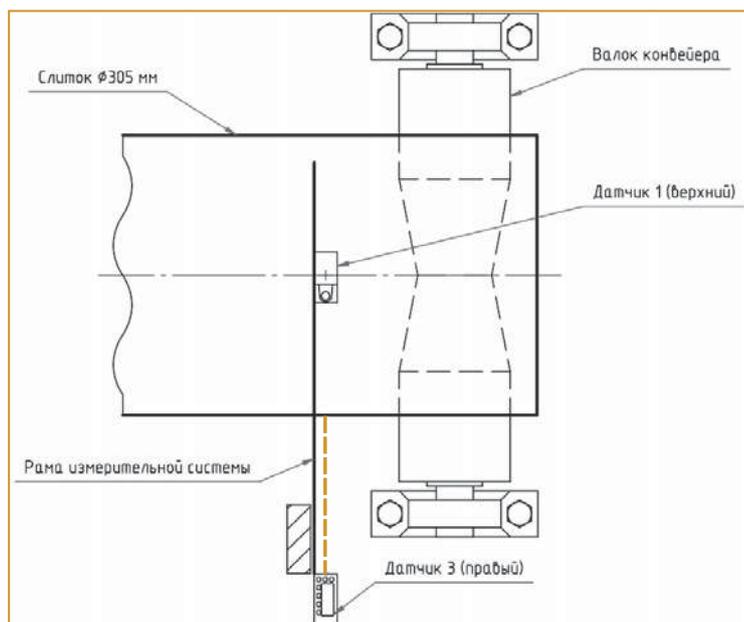


Рис. 3. Измерительная система для контроля диаметра цилиндрических слитков (вид сверху)

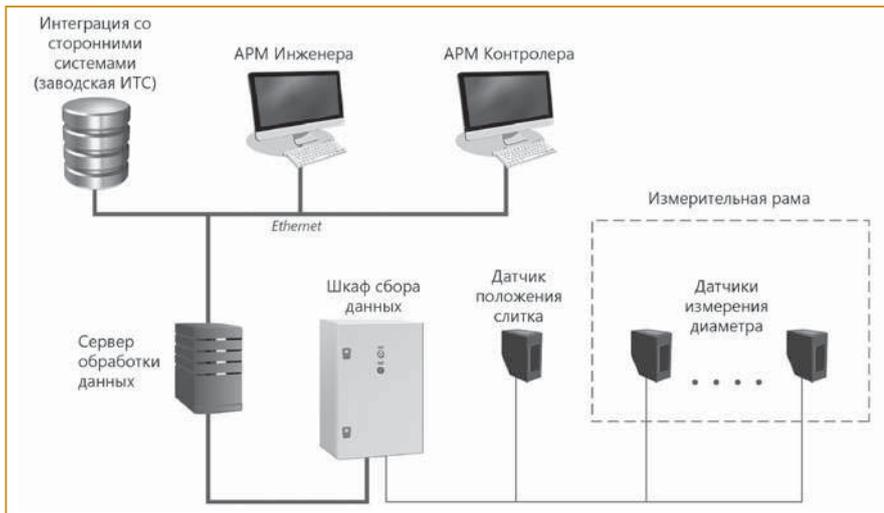


Рис. 4. Схема взаимодействия элементов аппаратного комплекса

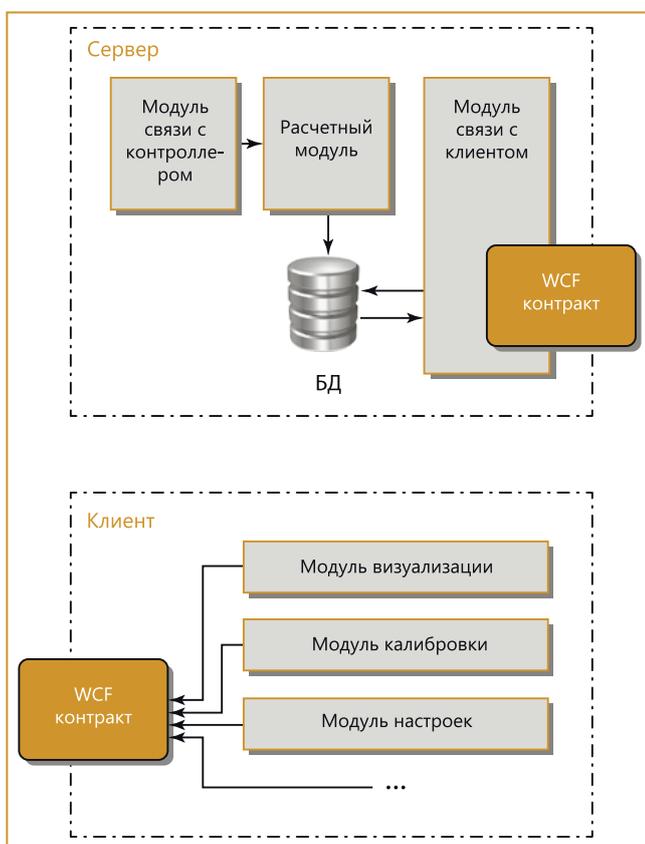


Рис. 5. Схема взаимодействия серверного и клиентского программного обеспечения

используются специальные алгоритмы обработки данных. Полученная в ходе измерения информация является существенно более полной, чем получен-

ная при ручных измерениях. Она представляет собой полный продольный профиль слитка (его трехмерную модель) и может быть использована для диагностики состояния литейных агрегатов.

Предложенный метод измерения геометрии слитков свободен от недостатков альтернативных подходов и характеризуется следующими преимуществами: простая и надежная механическая конструкция; исключение ручного труда и связанных с ним ошибок; не требуется дополнительного пространства для измерительной установки и времени для перемещения слитка на площадку измерения и обратно; измерения не требуют дополнительного времени, выполняются в ходе существующего технологического процесса.

Описание системы

Аппаратный комплекс системы состоит из следующих компонентов (рис. 4):

- датчики расстояния, установленные на измерительной раме;
- шкаф сбора данных с программируемым логическим контроллером Siemens 1500;
- сервер обработки и хранения данных;
- подключаемые клиенты: АРМ инженера и контролера.

Схема взаимодействия серверной и клиентской частей программного обеспечения представлена на рис. 5.

Взаимодействие сервера с контроллером происходит посредством протокола OPC по TCP-каналу. Клиенты подключаются к серверу по протоколу SOAP, реализованному в рамках технологии WCF¹. Серверное и клиентское программное обеспечение имеет в своем составе одинаковое определение WCF-контракта², что позволяет им взаимодействовать друг с другом, используя общий API-интерфейс.

Программное обеспечение серверной части может запускаться как консольное приложение либо как служба Windows. Перед запуском сервера выполняется конфигурация системы для ее корректной работы. Настройки записываются в соответствующих файлах формата xml.

В программном обеспечении применен ряд специальных алгоритмов и фильтров, позволяющих вы-

¹ Windows Communication Foundation (WCF) — программный фреймворк, используемый для обмена данными между приложениями, входящий в состав .NET Framework. WCF делает возможным построение безопасных и надежных транзакционных систем через упрощенную унифицированную программную модель межплатформенного взаимодействия.

² Контракт данных - формальное соглашение между службой и клиентом, абстрактно описывающее данные, обмен которыми происходит. Это означает, что для взаимодействия клиент и служба не обязаны совместно использовать одни и те же типы, достаточно совместно использовать одни и те же контракты данных. Контракт данных для каждого параметра и возвращаемого типа четко определяет, какие данные сериализуются (превращаются в XML) для обмена.

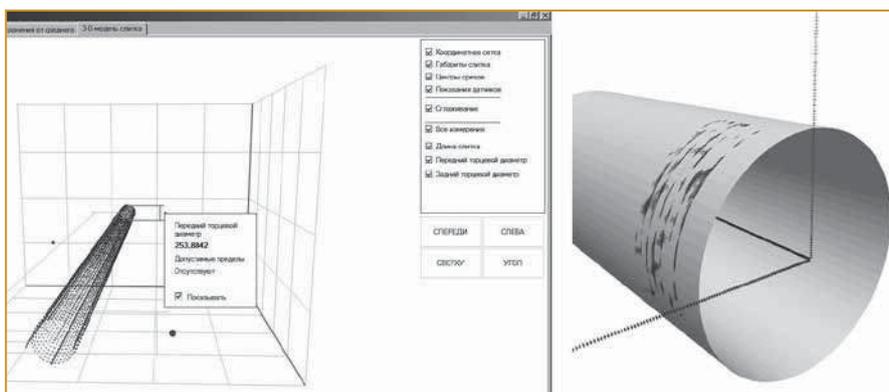


Рис. 6. Представление результатов измерения на экране АРМ контроллера

полнить обработку данных, полученных от контроллера, а также учесть посторонние движения слитка, его вибрацию, покачивания, подпрыгивания на рольгангах, откаты назад и т.д. (рис. 6). К некоторым из фильтров, которые используются при построении модели слитка, относятся модифицированный медианный фильтр [6], линейный фильтр [7] и др. Кроме простейших фильтров, применяются более сложные алгоритмы, которые позволяют построить модель слитка, даже если во время сканирования происходили подпрыгивания, вибрация и т.д.

Все данные, поступающие от контроллера, а также данные расчетов и параметров слитка сохраняются в локальной базе данных, которая управляется СУБД Microsoft SQL. Анализ полученных данных выполняется серверной частью программного обеспечения. В результате анализа определяются следующие основные характеристики слитка.

1. Диаметр на протяжении всей длины слитка (каждые 10 мм). Точность измерения $\pm 0,1$ мм.

2. Кривизна слитка по двум плоскостям (смещение центра слитка относительно прямой линии на протяжении всей длины). Точность измерения ± 1 мм.

3. Длина. Точность измерения ± 2 мм.

Результаты анализа представляются на клиентских рабочих местах операторов. ПО оператора реализовано в виде оконного Windows-приложения. Взаимодействие с серверной частью происходит через TCP-соединение по протоколу SOAP, реализованном в рамках технологии WCF.

Число запущенных экземпляров ПО оператора не ограничено, за счет чего возможна работа нескольких человек с системой. Кроме того, возможно разделение прав доступа, которое позволит распределять роли при работе и мониторинге состояния программно-аппаратного комплекса.

Результаты сканирования для каждого слитка доступны при просмотре графиков показаний датчиков, срезов слитка, графиков отклонения от среднего, а также визуальной 3D модели слитка (рис. 6).

Кроме того, система обеспечивает передачу данных в информационную систему предприятия, настройку регламента измерений, хранение всех измеренных данных, ведение журнала и выдачу протоколов измерений, калибровку датчиков и другие вспомогательные функции.

Заключение

Прототип системы прошел в 2017 г. опытную эксплуатацию в литейном производстве № 1 АО «РУСАЛ Саяногорск». По ее результатам установлена работоспособность предложенной системы и подтверждена заявленная точность измерения геометрии слитков. Аналогичная система может быть применена и на других предприятиях металлургической отрасли, где требуется контроль геометрических параметров, например, при производстве трубной продукции или профильного литья.

Список литературы

1. STAS Inc. 3D billet surface inspection. https://www.stas.com/wp-content/uploads/2018/08/bsi3d_brochure_2018-1.pdf.
2. Duran O., Althoefer K., Seneviratne L.D. Automated Pipe Defect Detection and Categorization Using Camera/Laser-Based Profiler and Artificial Neural Network // IEEE Transactions on Automation Science and Engineering. 2007. Vol. 4. Issue 1., pp. 118-126.
3. Chao-Yung Hsu, Bing-Shiou Ho, Li-Wei Kang, Ming-Fang Weng, Chih-Yang Lin. Fast vision-based surface inspection of defects for steel billets // IEEE International Conference on Consumer Electronics-Asia (ICCE-Asia). 2016.
4. Jong Pil Yun, SungHoo Choi, Yong-ju Jeon, Doo-chul Choi, Sang Woo Kim. Detection of line defects in steel billets using undecimated wavelet transform // International Conference on Control, Automation and Systems. 2008. pp. 1725-1728.
5. Zinchenko D., Prokopiev V., Kochkin P., Kolchanov S., Zelyutkov A., Panko V. A novel system for automatic aluminium billets geometry measurement and inspection // International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). 2016.
6. Яншин В.В. Анализ и обработка изображений: принципы и алгоритмы. М.: Машиностроение. 1994.
7. Потапов А.А., Пахомов А.А., Никитин С.А., Гуляев Ю.В. Новейшие методы обработки изображений. М.: Физматлит. 2008. 496 с.

Проккопьев Вячеслав Геннадьевич — генеральный директор,
Панько Василий Сергеевич — канд. техн. наук, директор по развитию компании «АльваСофт»,
 доцент кафедры радиотехники ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
Цирюльников Алексей Михайлович — инженер-программист ООО «АльваСофт».

Контактный телефон 8 (391) 271-64-32.

[Http://alvasoft.ru](http://alvasoft.ru)