

Измерительный зонд для автоматического определения параметров плавки в конвертере

Павел Максимов

В условиях интенсификации производства конвертерной стали использование зонда с автоматической перезарядкой сменных блоков и, следовательно, с возможностью многократных замеров параметров стали позволяет обеспечить работу конвертера без повалки. Такие измерительные зонды, установленные на конвертерах в ОАО «Северсталь», прошли успешные испытания. Цикл плавки был сокращён на 4 минуты.

Управление механизации и автоматизации ЗАО «Фирма „СТОИК”» занимается созданием и сопровождением систем автоматизации на ОАО «Северсталь». В разном юридическом статусе, но на одном и том же металлургическом предприятии управление решает данные задачи фактически с 1964 года. За это время внедрено множество разработок, начиная от локальных систем до систем автоматизации, охватывающих целые агрегаты, участки и полностью цеха. Системы, созданные специалистами управления, представлены во всех металлургических переделах.

Одна из таких систем, внедрённая в конвертерном производстве ОАО «Северсталь», — система контроля температуры, содержания углерода, окисленности, уровня ванны и отбора проб металла без повалки конвертера с помощью измерительного зонда (АСУ ТП «Измерительный зонд»). Применение такой системы позволяет уменьшить количество промежуточных повалок конвертера и создаёт условия для оптимизации параметров процесса продувки плавки.

Описываемая система сопряжена с развёрнутой на предприятии АСУ ТП конвертерной плавки (АСУ ТП «Плавка») фирмы VAI, которая контролирует:

- процесс взвешивания металлического лома на платформенных весах, жидкого чугуна при переливе, сыпучих материалов в промежуточных бункерах и ферросплавов;
- температуру чугуна в ковшах после перелива;

- расход и состав кислорода на продувку;
- положение и прогар продувочных фурм;
- расход, давление и химический состав конвертерных газов;
- параметры развития процесса шлакообразования;
- положение конвертеров;
- температуру и содержание углерода в металле и др.

Помимо этого АСУ ТП «Плавка» управляет дозированием материалов в конвертер и ферросплавов в сталеразливочный ковш, регулировкой расхода кислорода на продувку, положением продувочной фурмы, перемещением измерительного зонда, регулированием давления конвертерного газа.

Зонды для измерения параметров плавки: решаемые задачи и требования

Современные технологии выплавки стали в конвертерах предусматривают использование измерительных зондов при решении следующих задач:

- снижение времени цикла плавки;
- увеличение стойкости футеровки конвертера;
- снижение числа додувок плавков;
- снижение расхода добавочных материалов;
- увеличение производства стали;
- увеличение стойкости продувочных фурм.

Для решения таких задач необходимо иметь измерительные зонды, удовле-

творяющие следующим основным требованиям:

- высокая надёжность работы;
- минимальная продолжительность измерительного цикла (времени от старта до следующего старта);
- необходимая достоверность результатов замеров параметров плавки (температуры, окисленности, содержания углерода, уровня ванны);
- хорошее качество пробы;
- высокая ремонтная пригодность в условиях действующего конвертера;
- обеспечение возможности выполнения многократных замеров на одной плавке без повалки конвертера с автоматической перезарядкой сменных блоков.

Описание внедрённого измерительного зонда

На конвертерах № 1-3 ОАО «Северсталь» введены в эксплуатацию измерительные зонды, осуществляющие многократные замеры температуры, окисленности, содержания углерода, уровня ванны и отбор проб металла. Замеры и отбор проб производятся во время продувки плавки без повалки конвертера. Перезарядка сменных блоков выполняется автоматически.

Архитектура построения зонда кардинально отличается от архитектуры построения зонда классического типа, используемого за рубежом. Свободная подвеска газоохлаждаемой фурмы позволила исключить несущую и направляющую колонны, а также каретку ме-

ханизма перемещения зонда. Это значительно упростило конструкцию, повысило надёжность и ремонтпригодность зонда, снизило вероятность аварийных отказов и сделало возможным применение второго манипулятора для сброса проб на рабочую площадку, что в значительной степени уменьшило продолжительность цикла перезарядки сменных блоков.

Измерение уровня осуществляется в каждом измерительном цикле при входе сменного блока в металл, и только после этого происходит позиционирование зонда на заданную глубину погружения. Это позволяет производить достоверные замеры и получать пробы хорошего качества.

Нижний уровень АСУ ТП «Измерительный зонд» представляет собой комплекс механического, энергетического, электрического и электронного оборудования и состоит из описываемых далее частей.

Фурма (непосредственно зонд). Состоит из трёх расположенных концентрически друг относительно друга стальных труб, которые образуют два канала охлаждения измерительных кабелей, пропущенных внутри центральной трубы. В качестве охладителей используются азот и воздух. К нижней части фурмы пристыковывается жезл для присоединения сменных блоков. Верхняя часть фурмы представляет собой узел для подсоединения к оголовку зонда.

Механизм перемещения фурмы. Состоит из двухскоростной лебёдки, полиспастной системы, механизма отвода фурмы (портала) в ремонтное положение, оголовка и подвески фурмы. Максимальная линейная скорость, достигаемая этим механизмом, составляет 3,8 м/с, что позволяет обеспечить измерительный цикл в пределах 25 секунд.

Шибер. Механизм, открывающий доступ для ввода фурмы в конвертер, представляет собой водоохлаждаемую крышку на кессончике котла-охлаждителя.

Успокоитель. Механизм, гасящий колебания фурмы после выхода её из конвертера, представляет собой канговый захват.

Съёмник шлака. Механизм, производящий удаление шлака с фурмы для обеспечения бесперебойной перезаряд-

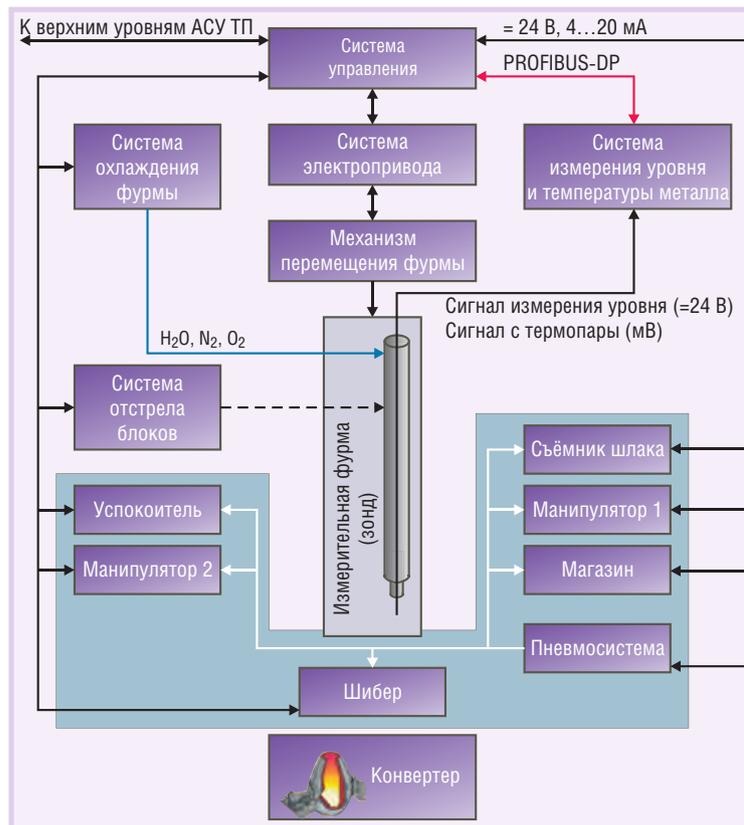


Рис. 1. Блок-схема комплекса низового оборудования АСУ ТП «Измерительный зонд»

ки сменных блоков в автоматическом режиме.

Магазин. Механизм, предназначенный для хранения сменных блоков и передачи их в манипулятор зарядки, состоит из вращающегося барабана и зажимов сменных блоков.

Манипулятор 1. Механизм, осуществляющий стыковку сменного блока с жезлом, состоит из привода перемещения манипулятора, центрирующей воронки, захвата и каретки.

Манипулятор 2. Механизм, осуществляющий приём отработанного сменного блока с пробой и передачу его на рабочую площадку, состоит из привода перемещения манипулятора, пассивной центрирующей воронки и заслонки.

Система охлаждения фурмы. Осуществляет подачу азота и воздуха в каналы фурмы во время измерительного цикла.

Пневматическая система. Является исполнительной частью узлов и механизмов установки.

Система отстрела блоков. Осуществляет пневматический съём отработанного блока с пробой и передачу его в манипулятор 2.

Система измерения уровня металла. Представляет собой датчик, расположенный в нижней части жезла, и электронный блок, фиксирующий вход в металл. Также в системе измерения задей-

ствован датчик положения, представляющий собой абсолютный шифратор с внешним интерфейсом PROFIBUS-DP (Siemens); с учётом люфтов в механизмах этот датчик обеспечивает погрешность позиционирования не более 1 см, что является очень хорошим показателем для подобных систем. Датчик положения используется в своей работе и другие системы, устройства и механизмы, например для включения/выключения исполнительных устройств по положению зонда (фурмы), для контроля безопасности перемещений зонда вверх/вниз и обеспечения срабатывания соответствующих блоки-

ровок и т.д.

Система электропривода. Обеспечивает управление силовыми агрегатами.

Фурма, механизм перемещения фурмы, съёмник шлака, магазин, манипулятор 2, система отстрела блока, система измерения уровня металла являются оригинальными разработками авторов проекта и не имеют аналогов среди зарубежных конструкций зондов.

Блок-схема комплекса низового оборудования АСУ ТП «Измерительный зонд» приведена на рис. 1.

Управление всеми механизмами, контроль за выполнением команд и возникновением аварийных ситуаций, расчёты измеренных параметров, связь с устройствами верхних уровней осуществляет система управления (СУ).

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ

Каждая система «Измерительный зонд», имея не только исполнительные устройства, датчики, средства связи и коммуникации, но и собственную систему управления, обслуживает один из трёх конвертеров, образуя соответственно АСУ ТП «Измерительный зонд № 1», АСУ ТП «Измерительный зонд № 2», АСУ ТП «Измерительный зонд № 3», сопряжённые по сети PROFIBUS-DP с АСУ ТП «Плавка» (рис. 2).

Рассмотрим используемые в этих системах аппаратно-программные средства управления на примере АСУ ТП «Изме-

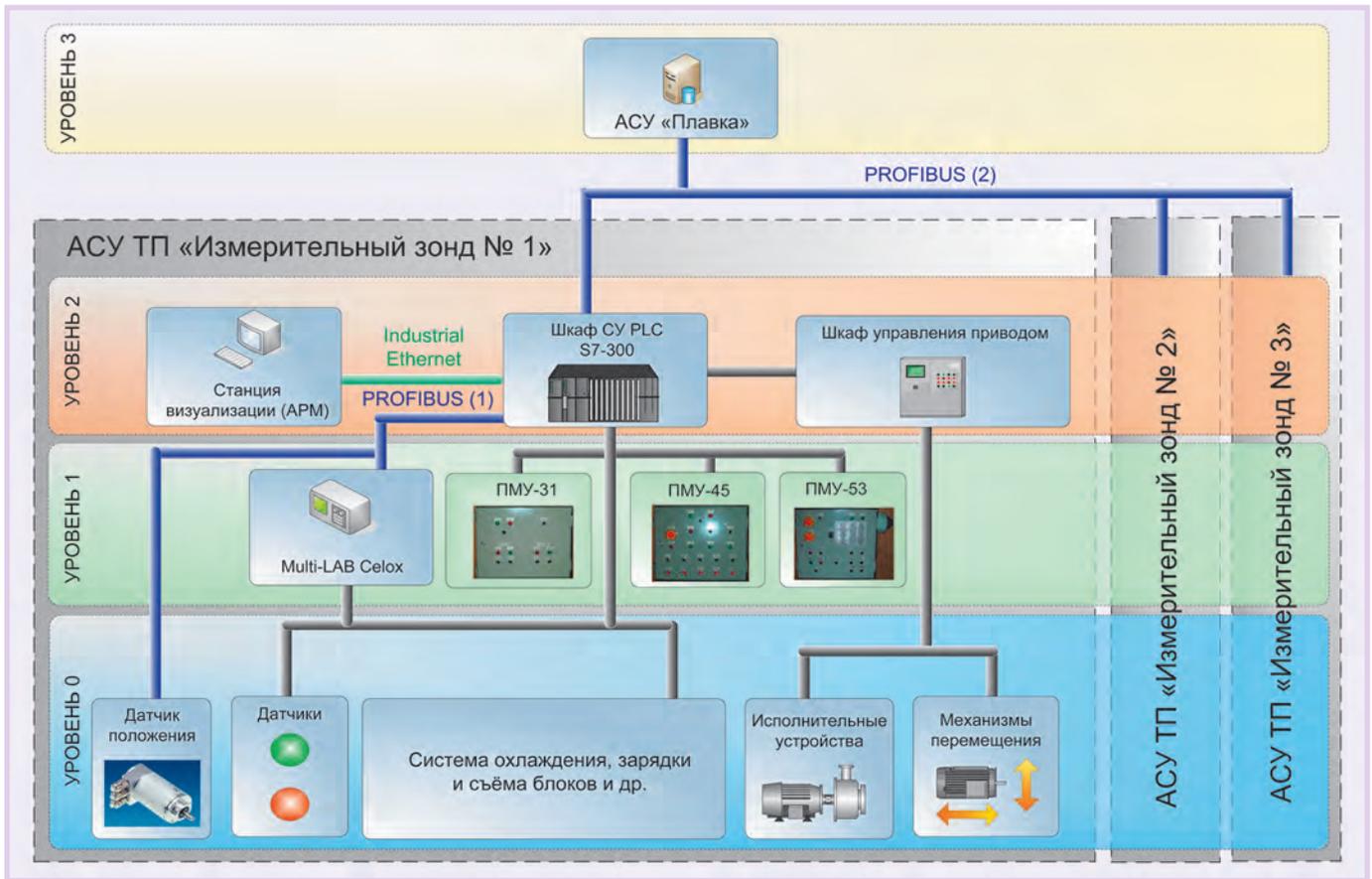


Рис. 2. Структурная схема АСУ ТП «Измерительный зонд»

рительный зонд № 1» цеха выплавки конвертерного производства (остальные системы аналогичны ей). Среди этих средств или в их составе широко применяются изделия таких фирм, как Siemens, Rittal, InduKey, Legrand и ряда других.

- Шкаф СУ на базе PLC S7-300 (рис. 3):
 - центральный процессор Siemens CPU315-2DP;



Рис. 3. Шкаф системы управления

- интерфейсный модуль Siemens IM153-1;
- коммуникационные модули Siemens CP343-1, CP342-5;
- сигнальные модули Siemens SM321, SM322, SM331;
- активное и пассивное оборудование и изделия фирм Siemens, Rittal, Legrand и др.
- Шкаф управления приводом (управление приводом реализовано на базе преобразователя Siemens SIMOREG DC).
- АРМ дежурного оператора (станция визуализации):
 - высокопроизводительный промышленный компьютер SIMATIC RACK PC IL 43 фирмы Siemens,

конструктивно выполненный в формате 19";

- 19" LCD фирмы Philips;
- защищённая промышленная клавиатура фирмы InduKey.
- Прибор Multi-Lab Celox для измерения температуры и окисленности металла в конвертере.
- Шкафы местного управления ПМУ-31 (рис. 4), ПМУ-45, ПМУ-53 в навесном исполнении.

Системный блок компьютера АРМ дежурного оператора и прибор Multi-Lab Celox размещаются в отдельном 19" шкафу фирмы Rittal. Связь шкафа системы управления со станцией визуализации реализована по линии Industrial Ethernet, а с измерительным прибором Multi-Lab Celox – по шине PROFIBUS-DP.



Рис. 4. Шкаф местного управления ПМУ-31

Особого внимания заслуживает факт применения в составе оборудования АРМ клавиатуры TKG-083-MGEN фирмы InduKey. Это герметизированная клавиатура для промышленных применений, обладающая высокой прочностью (материал – нержавеющая сталь) и высокой степенью за-

щиты от пыли. За всё время эксплуатации в конвертерном производстве (а для самой «старой» клавиатуры это время составляет уже 8 лет) ни разу не ставился вопрос о её замене клавиатурой другого типа.

В качестве SCADA-системы выбрана InTouch версии 7.1 (Wonderware). На рис. 5 и 6 приведены примеры соответствующих экранных форм.

Управление всем комплексом оборудования измерительного зонда осуществляется через центральный процессор CPU315-2DP контроллера S7-300. Предусмотрены два режима управления: местный и дистанционный. Режим местного управления применяется только при выполнении ремонтных работ и реализуется через пульты местного управления. Основным режимом работы системы является дистанционный

режим, реализуемый с помощью интерфейса станции визуализации с использованием средств управления и отображения информации, предоставляемых SCADA-системой, для выполнения таких функций, как запуск замера в автоматическом режиме, просмотр результатов замера и др.

Итоги внедрения

Для измерительного зонда, представленного в данной статье, продолжительность измерительного цикла составляет 1 минуту 40 секунд, что обеспечивает его превосходство по этому показателю перед аналогичными зондами зарубежного производства.

Опыт эксплуатации измерительного зонда на конвертере № 2 показал, что за счёт бесповальной работы конвертера цикл плавки сокращается на 4 минуты.

Затраты на внедрение описанной системы равны примерно 8 млн. рублей. Экономический эффект составил порядка 225 млн. рублей в год.

В настоящее время ведутся работы по сокращению времени замера и повышению устойчивости работы оборудования. ●

НОВОСТИ НОВОСТИ

Открыт доступ к исходному коду QNX Neutrino

Компания QNX Software Systems открывает доступ к исходному коду операционной системы реального времени (OS PB) QNX® Neutrino® на основе новой гибридной модели лицензирования. Фактически предоставляется доступ к исходному коду микроядра OS PB и возможность скачать его с сайта QNX. Первый выпуск пакета исходного кода включает в себя код микроядра QNX Neutrino, базовую библиотеку Си и набор BSP-пакетов для популярных видов встраиваемого и вычислительного оборудования.

Теперь разработчики смогут не только изучать исходный код QNX Neutrino, но и улучшать его, вносить изменения или создавать дополнения для себя или для всего сообщества пользователей QNX. Эти изменения и дополнения можно как предложить компании QNX Software Systems и всему сообществу пользователей, так и оставить их закрытыми для собственного употребления.

Новая гибридная модель лицензирования предполагает, что доступ к исходному коду QNX является бесплатным, однако коммерческие внедрения компонентов среды исполнения QNX Neutrino, как и прежде, потребуют лицензионных выплат. Кроме того, коммерческие разработчики сохраняют необходимость платы за рабочие места среды разработки QNX Momentics®. Однако некоммерческие разработчики, представители образовательных учреждений, а также стратегические партнеры получают бесплатный доступ к инструментам разработки QNX и продуктам среды исполнения.

Компания QNX Software Systems запустила новый веб-сайт под названием Foundry27 («Кузница27»), на котором клиенты и разработчики могут получить доступ к огромному числу ресурсов, связанных с ОС PB QNX Neutrino и средой разработки комплекта QNX Momentics®, а также с новыми проектами.

Руководство компании QNX Software Systems считает, что эта инициатива, несомненно, станет основой для нового витка в развитии инновационных технологий. ●

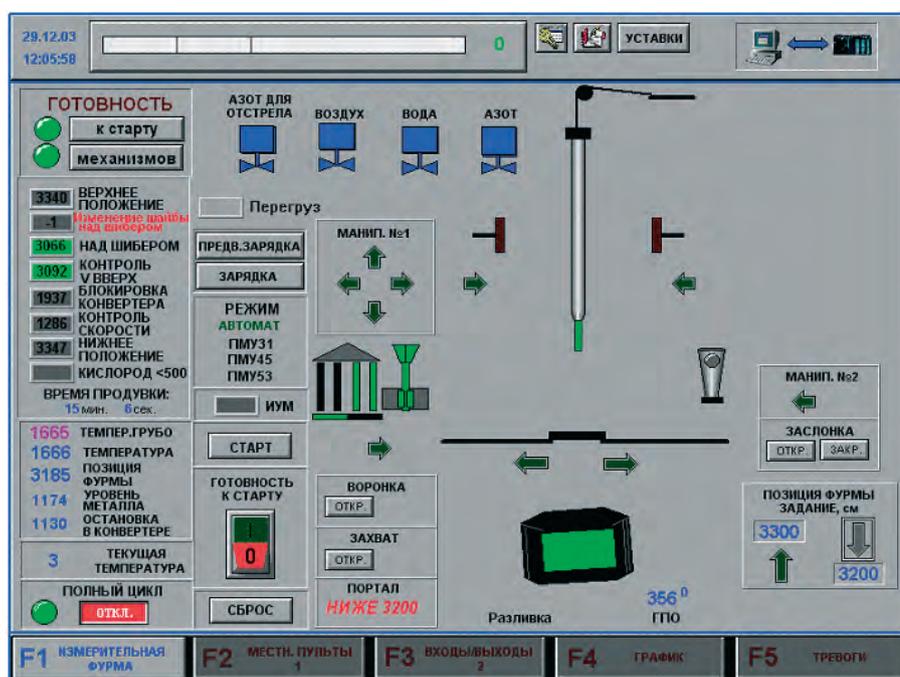


Рис. 5. Главное окно системы управления

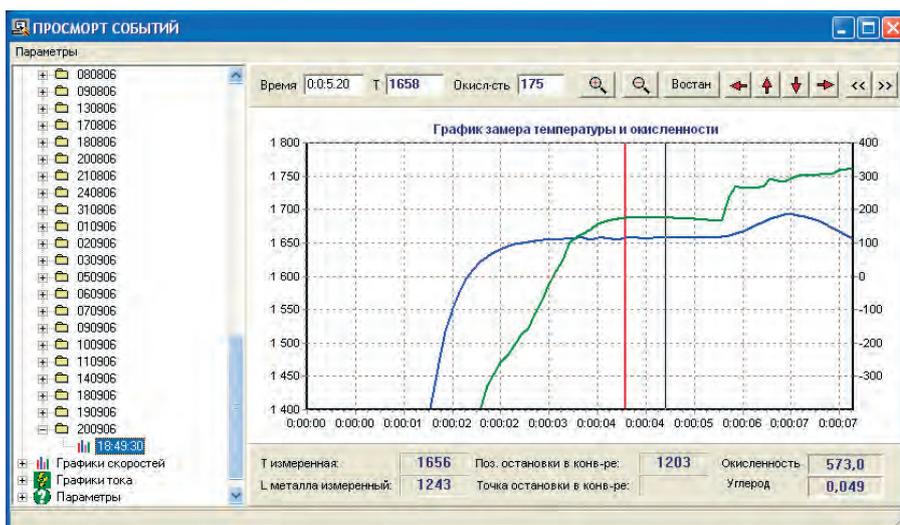


Рис. 6. Рабочее окно просмотра архива замеров