

# Комплексная модернизация дугосталеплавильных печей (ДСП), проблемы и способы их решения

Развитие автоматизации электросталеплавильного производства, в особенности автоматизации дуговых сталеплавильных печей, в настоящее время переживает скачкообразный подъем. Безусловным рычагом такого прогресса стала вычислительная техника. Использование микропроцессоров, автоматизированных систем управления и, в последнее время, интеллектуальных систем позволило обеспечить решение качественно новых задач, поставить на практические рельсы задачи оптимизации процессов: достижение максимальной производительности, минимального расхода электроэнергии, минимального расхода электродов и т. д.

ЗАО «Уральским инжиниринговым центром» была проведена работа по созданию автоматизированной системы управления электродами дуговой электросталеплавильной печи (ДСП-6) на ОАО «Оскольском заводе металлургического машиностроения».

К современным регуляторам дуги предъявляются следующие требования:

- быстродействие, обеспечивающее обработку коротких замыканий и обрывов дуги в течении 1,5–3,0 с;
- время регулирования не более 3–4 с;
- автономность регулирования по фазам, устранение или сведение к



РИС 1. Структурная схема системы управления ДСП-6

минимуму ненужных перемещений электродов при возмущениях в других фазах;

- обеспечение автоматического зажигания дуг без поломок электродов;
- остановка исполнительного механизма при исчезновении питающего печь напряжения;
- зона нечувствительности регулятора не должна превышать значения, которые могут вызвать процессы растворения электродов в жидком металле (процессы «макания» электродов в жидкий металл);
- обеспечение независимости мощности, выделяемой в дуге, от пи-

тающего печь напряжения, изменений характеристик токоподвода и т. д.;

- возможность достаточно плавного изменения задания мощности (тока), и автоматического изменения задания, например, от ЭВМ;
- надежность в работе, простота эксплуатации, обеспечение рациональных режимов двигателей перемещение электродов, исключение частых включений, ограничение пусковых токов;
- чувствительность системы при наличии токонепроводящей шихты, т. е. своевременная остановка электродов.

Для эффективного построения данной системы с минимальными затратами на оборудование и проектирование был использован ПС совместимый контроллер. Для управления, контроля и визуализации на данном контроллере устанавливается видеокарта. Учитывая требования к системе, быстродействию, а так же стоимости ПО была выбрана дискровая операционная система фирмы Microsoft (MS DOS). В состав оборудования входил модуль аналогового, дискретного ввода вывода. Для защиты плат перед каждым вводом, выводом было установлено устройство гальванической развязки, которое кроме защиты выполняет фильтрацию сигналов.

Использование данной структуры обеспечивает универсальность, высокую надёжность, а также высокую эффективность при управлении плавкой металла. При использовании Micro-PS-контроллера данную систему можно быстро и легко модернизировать, а так же включить в общую автоматизированную систему управления технологическим процессом предприятия. Для связи с верхним уровнем целесообразно использование OPC- технологии.

Процесс производства металла является опасным производством, как для людей, так и для управляющей техники.

Для увеличения надёжности, а также уменьшения рисков для человека было построено отдельное здание в цехе, в котором и разместилась сама система управления, а также автоматизированное рабочее место оператора.

Эффективность использования подобной структуры подтверждается опытом модернизации предыдущих печей, и опытом многих зарубежных предприятий.

Структурная схема системы управления содержит:

- Управляющее устройство – контроллер
- Блок преобразования управляющих сигналов
- Исполнительные механизмы
- Датчики
- Блок преобразования сигналов с датчиков
- Автоматизированное рабочее место оператора



- Объект управления — дуговая электросталеплавильная печь ДСП-6

Взаимодействие вышеперечисленных структурных элементов выполняется согласно структурной схеме, представленной на рис.1.

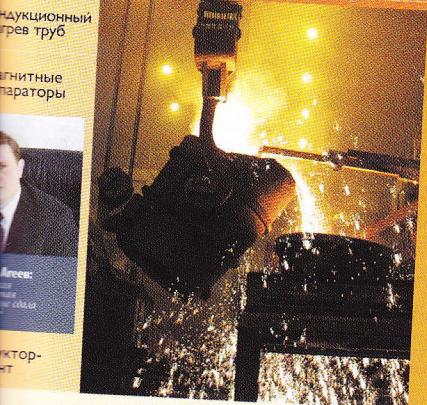
Контроллер является главной частью системы управления. Основной его функцией является обработка входных сигналов и выдача управляющих воздействий на блок преобразования управляющих сигналов для исполнительных механизмов. Кроме этого контроллер производит диагностику электро- и гидрооборудования, выдаёт информацию на экран монитора и позволяет оператору эффективно управлять процессом ведения плавки с помощью клавиатуры и мыши. Использование промышленного ПС-совместимого контроллера позволило эффективно реализовать все поставленные задачи контроля и управления.

Блок преобразования управляющих сигналов необходим для пе-

**Уважаемые читатели!**

**MetalRussia**

октябрь 2007



Российский рынок готового проката

**Вы можете оформить подписку на журнал «Metal Russia /Металл» следующим образом:**

в редакции, на любой период с предоставлением пакета документов для бухгалтерии по e-mail:

[metallrussia@mail.ru](mailto:metallrussia@mail.ru)

заполнив бланк заказа на этой странице и отправив почтой по адресу:

117628, Москва, б-р Дм.Донского, 10-123.

Б Л А Н К З А К А З А

Просим вас оформить редакционную подписку на журнал

**«MetalRussia/Металл»**

из расчета 400 рублей за экземпляр

С \_\_\_\_\_ месяца 200 \_\_\_\_ года по \_\_\_\_\_ месяц 200 \_\_\_\_ года включительно

Число комплектов \_\_\_\_\_ Сумма \_\_\_\_\_

Наименование предприятия \_\_\_\_\_

ИНН \_\_\_\_\_ КПП \_\_\_\_\_

Р/сч \_\_\_\_\_ в банке \_\_\_\_\_

города \_\_\_\_\_

К/сч \_\_\_\_\_ БИК \_\_\_\_\_

П О Ч Т О В Ы Й   А Д Р Е С

индекс \_\_\_\_\_ регион \_\_\_\_\_

город \_\_\_\_\_ улица \_\_\_\_\_

дом \_\_\_\_\_ корп. \_\_\_\_\_ офис (кв.) \_\_\_\_\_

телефон/факс \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

имя получателя \_\_\_\_\_

АВГУСТ-СЕНТЯБРЬ 2009

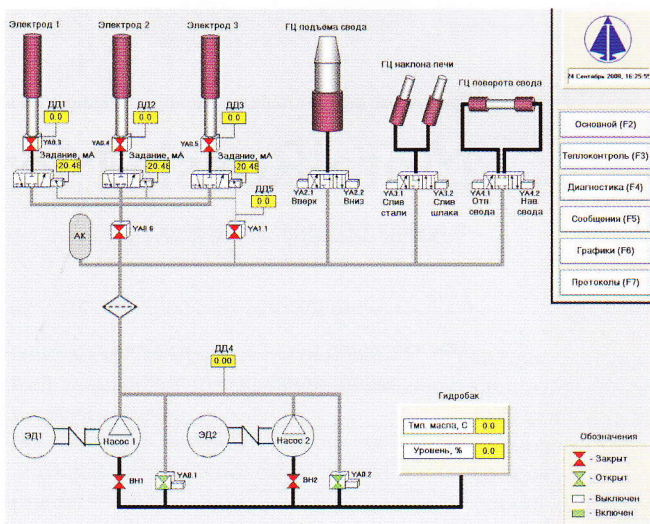
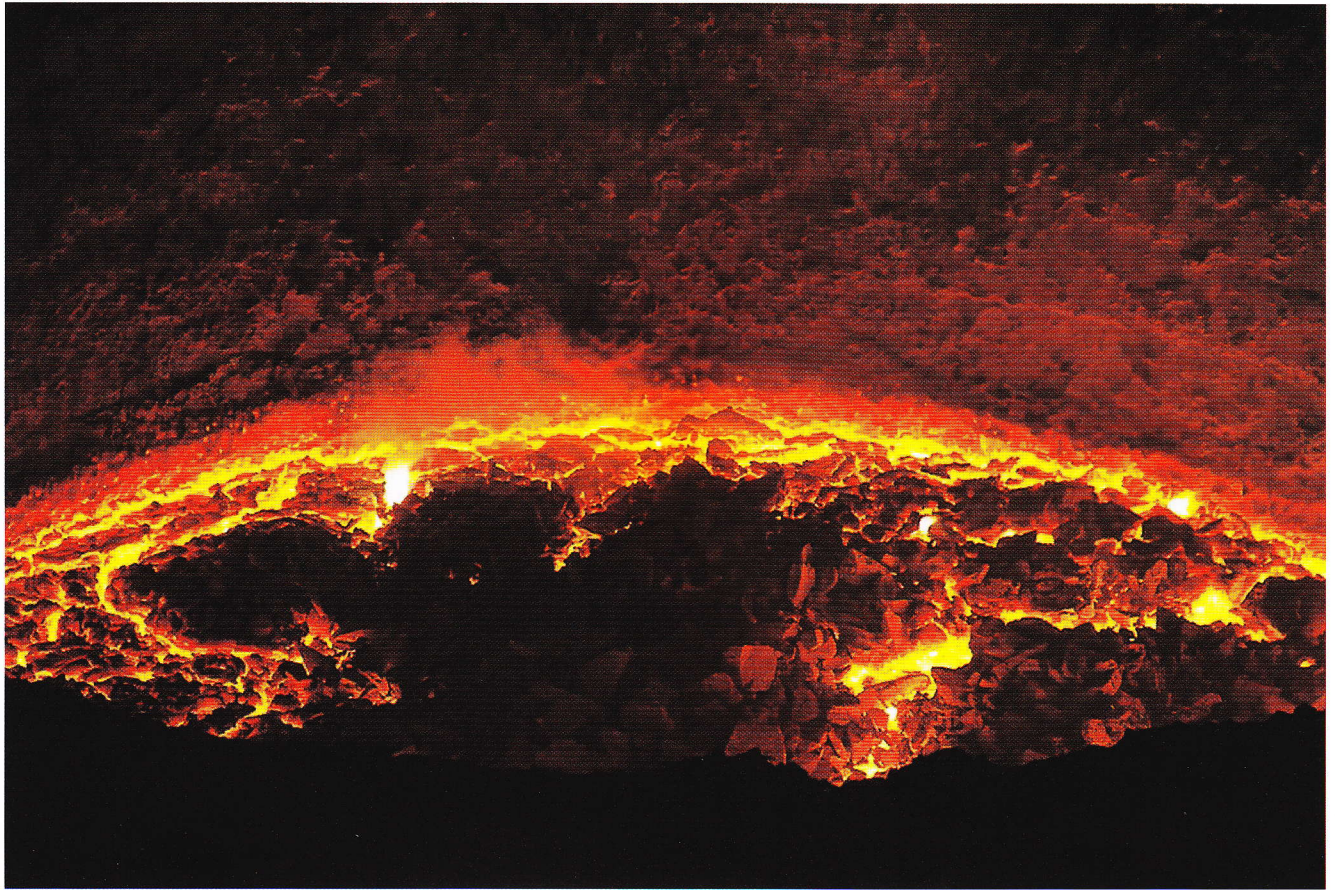


РИС 2.  
Принципиальная  
гидравлическая  
схема

Датчики необходимы для получения информации о текущем состоянии объекта управления и для дальнейшей передачи её контроллеру.

Блок преобразования сигналов с датчиков необходим для перевода информации в тот формат, который может воспринять контроллер.

Автоматизированное рабочее место (АРМ) необходимо оператору для контроля состояния и управлением процессом.

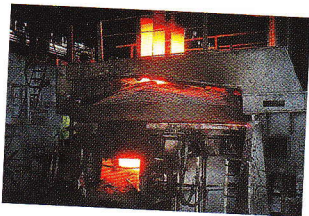
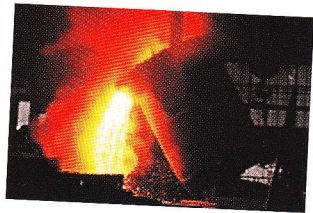
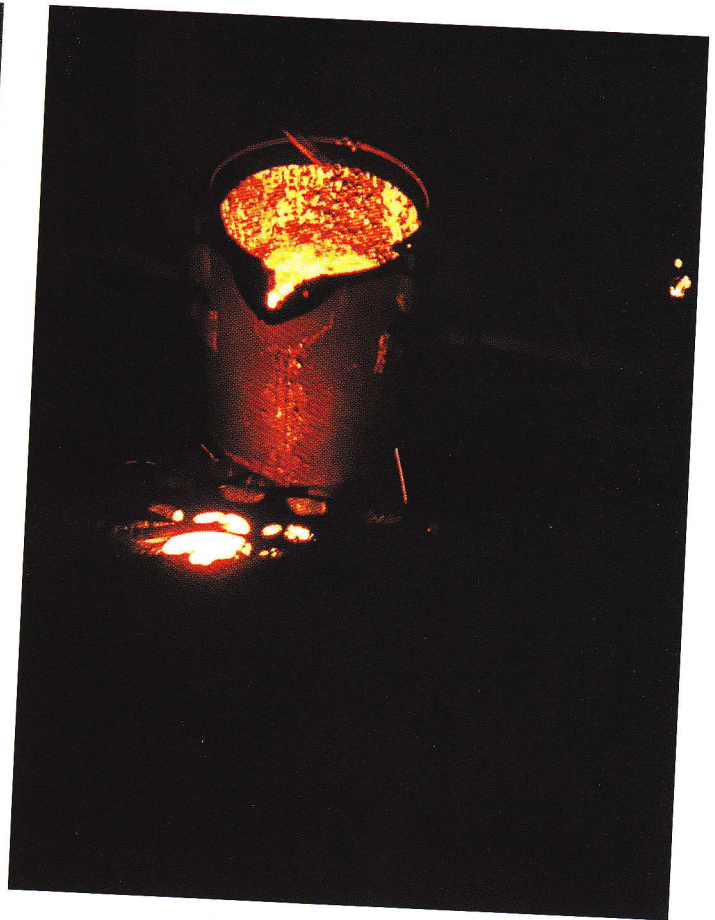
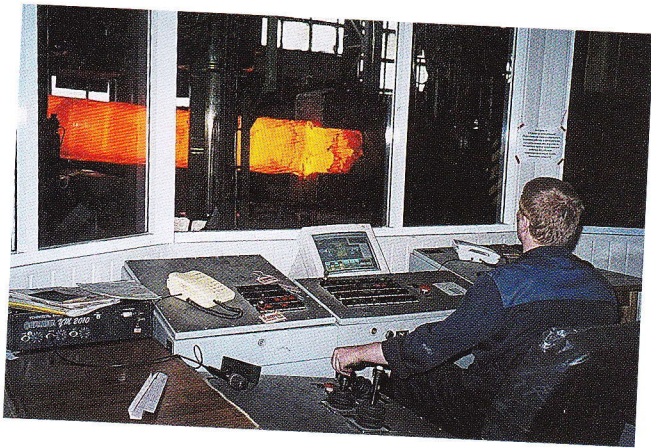
Наиболее точным и целесообразным методом вычисления тока, напряжения, активной и реактивной мощности является вычисление мгновенных значений за период с последующим их суммированием. Используемый метод позволяет наиболее точно определить действующее значение напряжения, тока и активной мощности в условиях не синусоидальности графиков токов и напряжений.

Кроме того, вычисление мгновенных значений позволяет в реальном времени определять амплитуды гармонических составляющих сигнала. Как известно, характер из-

ревода сигнала из одного формата в другой. Дело в том, что контроллер на выходе имеет иной вид сигнала, нежели тот, который может восприниматься исполнительными механизмами.

Данный блок состоит из блока преобразования аналоговых управ-

ляющих сигналов и блока преобразования дискретных управляющих сигналов. Исполнительные механизмы необходимы для реализации управляющих воздействий, для непосредственного воздействия на печь. Чаще всего это гидроаппаратура.



менения амплитуд некоторых гармоник зависит от текущей стадии плавки металла (прожиг колодцев, стадия закрытых дуг, стадия открытых дуг). Следовательно, можно в автоматическом режиме определить стадию, и выбрать оптимальный электрический режим. Выбор оптимального режима позволит не только сократить потребление электрической энергии, но и увеличить срок службы футеровки самой печи.

При выборе привода движения электродов, исходя из поставленной задачи, а именно — наибольшего быстродействия системы, был выбран гидравлический привод. Быстродействующий регулятор позволяет сократить расход электроэнергии, уменьшить расход электродов, а также предотвратить в большинстве случаев его повреждение вследствие обвала шихты.

Для модернизируемой печи ДСП-6 специалистами ЗАО «Уральский инжиниринговый центр» был разработан цифровой регулятор дуги на базе быстродействующего IBM-совместимого контроллера.

Данный регулятор имеет следующие особенности:

- Регулируемый параметр — импеданс. Данный тип относится к дифференциальным регуляторам. Для него характерна большая чувствительность, но при этом такой же коэффициент усиления.
- Для предотвращения макания электродов в металл предусмотрен специальный программный блок.
- Использование пропорционально интегральной структуры позволяет устранить статическую ошибку, а так же обеспечить максимальное быстродействие системы.
- Используется специальный программный блок, позволяющий изменять коэффициент усиления регулятора в зависимости от характера электрического режима, таким образом, используется адаптивное управление.
- Есть возможность работать по директивному графику. Параметр определения стадии — количество выработанной электро-

энергии, время, а так же анализ амплитуд гармонических составляющих.

На рис. 2 представлена предложенная гидравлическая схема управления электродами в процессе плавки. Модернизация ДСП-6 позволила:

- сократить время плавки, увеличить производительность;
- сократить количество и время простоев;
- сократить обслуживающий персонал;
- снизить расход электроэнергии и электродов.

За последние годы специалистами ЗАО «Уральский инжиниринговый центр» было модернизировано 12 печей на металлургических предприятиях России и СНГ. В мае 2009 года был выполнен аналогичный проект для АО «Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного производственного объединения» (г. Рудный, Казахстан).

Бодров В.В., Батулин А.А., Талалушкин Е.В., Самодурова М.Н.