

Система управления дуговыми сталеплавильными печами

Антон Махнутин, Антон Белоусов

В статье описана система автоматического регулирования мощности дуговой сталеплавильной печи на базе оборудования SIEMENS. Представлены среднестатистические данные о работе дуговых печей после внедрения автоматической системы регулирования.

Необходимость модернизации

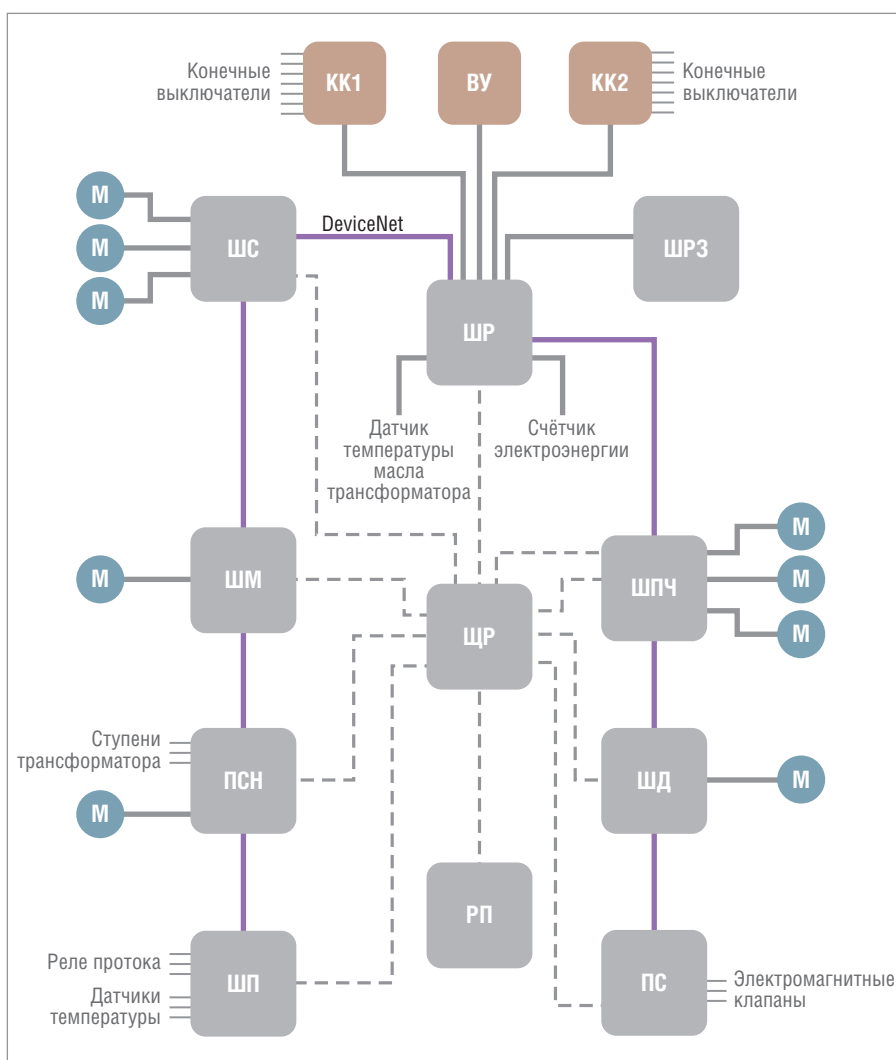
В настоящее время доля электростали в мире растёт быстрыми темпами. Это обусловлено высокой производительностью дугового процесса. Также к факторам, способствующим бурному развитию электрометаллургии, можно отнести способность переплавлять рядовой металлолом с малыми энергозатратами.

Одной из основных затратных частей при выплавке стали в дуговых сталеплавильных печах является расход электроэнергии. Понимая актуальность решения данной проблемы в отечественной электрометаллургии, в 2000 году ЗАО «УРАЛТЕХМАРКЕТ» разработало систему автоматического регулирования мощности дуги сталеплавильной печи (САРМДСП), а сейчас постоянно совершенствует алгоритмы управления электрическим режимом плавки, основываясь на собственном опыте, а также на совместных разработках с Институтом металлургии Уральского отделения Российской академии наук и разработках ведущих учёных.

В процессе разработки данной системы специалисты ЗАО «УРАЛТЕХМАРКЕТ» ставили перед собой задачу создания надёжного и энергоэффективного оборудования, отвечающего специфике и всем требованиям сталеплавильного производства. В качестве базы для построения системы было выбрано оборудование компании SIEMENS (Германия).

Структура САРМДСП

Используемые средства автоматизации SIEMENS позволяют построить модульную структуру САРМДСП, обес-



Условные обозначения: DeviceNet – промышленная сеть передачи данных; ВУ – верхний уровень; КК1 – клеммная коробка 1; КК2 – клеммная коробка 2; М – двигатель; ПС – пульт сталевара; ПСН – шкаф управления переключателем ступеней напряжения; РП – существующий пункт распределения электроэнергии; ШД – шкаф дымососа; ШМ – шкаф управления масломасосами; ШП – шкаф контроля протока воды в системе охлаждения печи; ШПЧ – шкаф преобразователей частоты; ШР – шкаф регулятора; ШРЗ – шкаф релейной защиты; ШС – шкаф силовой; ШР – щит распределения.

Рис. 1. Структурная схема САРМДСП производства ЗАО «УРАЛТЕХМАРКЕТ»

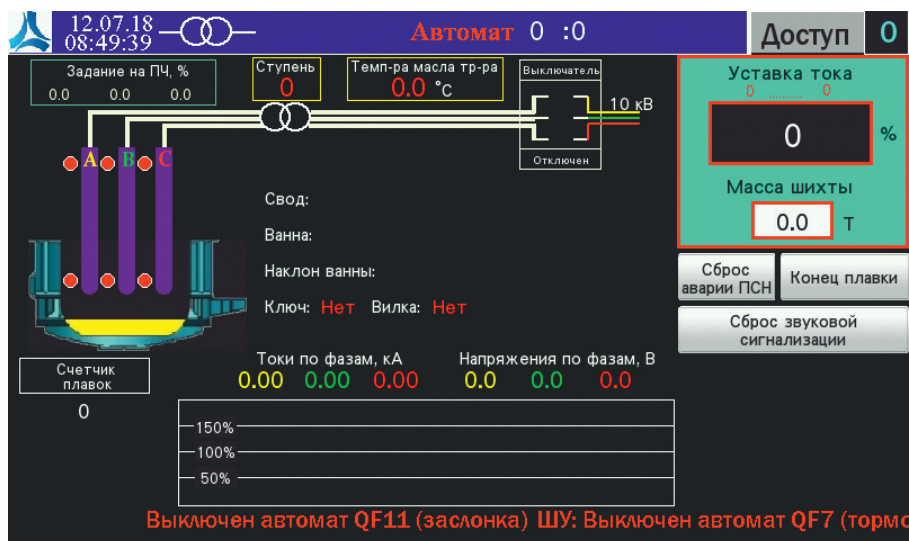


Рис. 2. Экран терминала управления

печивающую оптимальную архитектуру системы управления печи, и реализовать необходимую функциональность системы в зависимости от типа и технической оснащённости печи. Один из вариантов структурной схемы ранее внедрённой САРМДСП представлен на рис. 1.

Конструктивно САРМДСП выполняется в виде нескольких шкафов. Размеры шкафов выбраны, исходя из условия обеспечения необходимых тепловых режимов для размещаемой в них аппаратуры и окружающей температуры до $+35^{\circ}\text{C}$, как правило, без применения принудительной вентиляции. Специфика металлургического производства в части запылённости, загазованности и повышенных температур окружающей среды требует усиленных мер защиты электронного оборудования, в связи с чем шкафы имеют степень защиты не ниже IP54. Применение закрытых шкафов и оборудования с низкой рассеиваемой мощностью обеспечивает высокую эксплуатационную надёжность САРМДСП.

САРМДСП условно можно разделить на три уровня: нижний, средний, верхний.

Под нижним уровнем автоматизации понимаются датчики температуры и реле протока в каждом контуре системы охлаждения печи, реле давления и электромагнитные клапаны пневмосистемы печи, концевые выключатели конечных положений механизмов печи и т.д.

На среднем уровне установлены шкафы управления и сбора информации, оснащённые программируемыми логическими контроллерами (ПЛК), необходимыми модулями и коммутационной аппаратурой SIEMENS. ПЛК выполняют функции логического управле-

ния, преобразования, математических расчётов и обеспечения связи со всеми уровнями системы, а также модулями децентрализованной периферии.

В разработках использован современный модульный ПЛК серии S7-1500, который в реальном времени решает задачи управления оборудованием печи, задачи защит и блокировок и собственно задачу управления перемещением электродов для поддержания заданных параметров дуги по каждому из трёх электродов.

Операционная система ПЛК «защита» в процессорном модуле и не может быть ни при каких условиях повреждена пользователем. Ориентированная на решение задач реального времени структура ПЛК и операционная система обеспечивают циклическое выполнение управляющей программы, диагностику состояния всех модулей ПЛК и обновление входов/выходов в каждом цикле управления, при этом разработчик системы управления создаёт только управляющую программу из набора инструкций ПЛК. Управляющая программа записывается в энергонезависимую память программ и не требует перезагрузок.

Быстродействие применённого ПЛК позволило реализовать цикл управления в пределах 10 мс, что, в свою очередь, даёт возможность достичь стабильного горения дуги на всех стадиях работы дуговой печи.

Для управления асинхронными двигателями привода перемещения электродов применены частотные преобразователи фирмы SIEMENS. В данных преобразователях реализован векторный принцип управления, что обеспечивает необходимые динамические характеристики привода. Кроме того,

преобразователи обеспечивают защиту двигателей от перегрузок и перегрева.

Пульт управления реализован на базе программируемого терминала фирмы SIEMENS типа TP900 Comfort. Данный терминал имеет сенсорно-чувствительный цветной ИЖК-экран (индукционный жидкокристаллический экран) размером 9" (рис. 2). Фронтальная часть терминала защищена от грязи и влаги специальным защитным экраном. На экране терминала отображается информация о ходе и параметрах плавки. С экрана терминала производится ввод данных. Имеющаяся в терминале память позволяет сохранять и выводить в виде графиков значения токов по каждому электроду, сохранять и при необходимости отображать архив действий оператора с привязкой к реальному времени.

Верхний уровень (система визуализации) представляет собой автоматизированное рабочее место оператора – персональный компьютер (ПК) в промышленном исполнении с предустановленным программным обеспечением и со SCADA-системой WinCC производства SIEMENS. На мониторе АРМ отображается состояние печи, производится архивация всего технологического процесса в хронологическом порядке. Интуитивно понятный интерфейс системы визуализации (рис. 3) позволяет управлять режимом плавления персоналу с начальным уровнем подготовки.

Вне зависимости от комплектации САРМДСП система позволяет обеспечить:

- поддержание в автоматическом режиме электрической дуги на каждом электроде на заданном уровне в процессе плавки путём управления перемещением электродов;
- сбор, архивацию, непрерывную индикацию текущих и расчётных параметров печи, индикацию наличия дуги, информацию о текущих значениях тока и напряжения на каждом электроде;
- контроль технологических параметров, индикацию и выдачу управляющих воздействий на исполнительные механизмы, как в автоматическом, так и в ручном режиме;
- определение в автоматическом режиме аварийных ситуаций на технологических узлах путём опроса датчиков и анализ измеренных значений; переключение технологических узлов в безопасное состояние путём выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы;

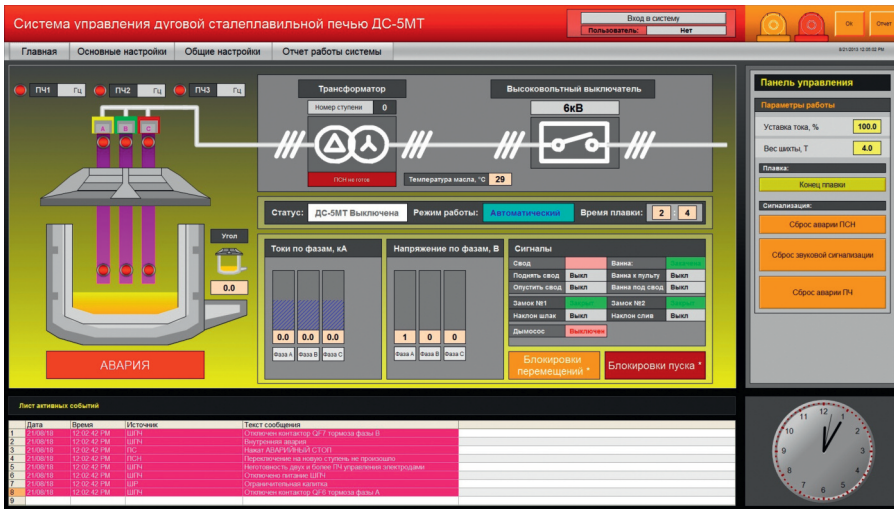


Рис. 3. Экран системы визуализации

- реализацию функций защит и блокировок механизмов печи с целью предотвращения аварийных ситуаций в случае некорректных действий персонала;
- управление переключателем ступеней напряжения по командам сталевара;
- контроль температуры масла печного трансформатора;
- защиту печного трансформатора от перегрузок;

- расчёт затраченной электроэнергии на каждую плавку, в том числе удельный расход и суммарное количество электроэнергии за неделю, месяц, год и т.д.;
- блокировку работы САРМДСП при отключённом состоянии переключателя «Ключ сталевара»; ключ может быть изъят только при отключённом положении этого переключателя;
- возможность обмена данными с существующими АСУ ТП цеха.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЁЖНОСТЬ

Быстродействие и многозадачность используемого в САРМДСП оборудования SIEMENS обеспечивает высокое быстродействие регулятора тока и напряжения. Этим достигается устойчивое горение дуги, что значительно уменьшает время плавления шихты и в результате увеличивает производительность печи, а также резко снижает расход электроэнергии.

По оценкам технологического персонала сталелитейных цехов, где используются САРМДСП производства ЗАО «УРАЛТЕХМАРКЕТ», среднестатистические показатели работы после внедрения системы значительно превосходят показатели печей с аналогичными регуляторами, например:

- повышение надёжности работы сталеплавильной печи – коэффициент технической готовности печи изменился с 0,72 до 0,9;
- процент брака при выплавке стали снизился с 23 до 7,3% за счёт более точного и оптимального поддержания длины дуги и исключения касания металла электродами;

Industrial Ethernet

Industrial Ethernet:
высокая отказоустойчивость,
высокая пропускная способность,
высокая скорость передачи данных

Compact Industrial PC

Prog. Fieldbus Controller

PROSOFT®
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

- увеличение производительности труда вследствие сокращения времени плавки в среднем на 15–18%;
- увеличение стойкости футеровки из-за снижения излучения электрической дуги на стены печи за счёт работы на оптимальной длине дуги.

Используемое в САРМДСП оборудование (рис. 4) позволяет устанавливать срок гарантии на оборудование системы в 3 года с момента ввода в эксплуатацию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система автоматического регулирования мощности дуги производства ЗАО «УРАЛТЕХМАРКЕТ» внедряется на дуговых печах различной мощности уже более 15 лет и зарекомендовала себя как надёжное и энергоэффективное оборудование. На данный момент специалистами ЗАО «УРАЛТЕХМАРКЕТ» внедрено более 40 САРМДСП на печах ёмкостью от 1,5 до 25 тонн. На каждом предприятии отмечалось повышение технико-экономических показателей работы печи.

В настоящее время на базе этой системы специалисты ЗАО «УРАЛТЕХ-



Рис. 4. Оборудование САРМДСП

МАРКЕТ» совместно с учёными Института металлургии УрО РАН ведут разработки в области создания системы оперативного контроля параметров, отображающих текущее состояние процесса плавки. В основе данной системы лежит анализ состояния сплава, шлака и температуры металла в зависимости от параметров постоянной составляющей напряжения дуги в разных периодах

плавки. Система даст возможность контролировать распределение электроэнергии по зонам рабочего пространства печи и расплава, тем самым получать подробную информацию о технологическом процессе, а оборудование SIEMENS позволит реализовать данную систему в составе САРМДСП. ●

E-mail: mahnutin.anton@yandex.ru

Разнообразие протоколов, основанных на принципах сети Ethernet, их популярность и доступность гарантируют заказчику высокую скорость и легкость интеграции системы в проект на базе оборудования компании WAGO

WAGO[®]
INNOVATIVE CONNECTIONS

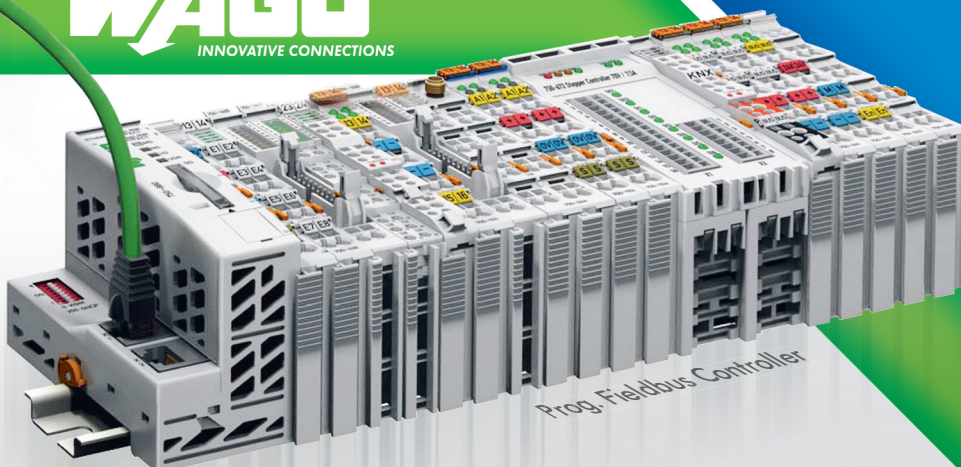
PROFINET

SERCOS
interface

EtherCAT

EtherNet/IP

MODBUS/TCP



МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
(812) 448-0444
info@spb.prosoft.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ
(343) 356-5111
info@prosoftsystems.ru



PROSOFT