

Научная статья
УДК 330.111.4

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДУГОВЫМИ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫМИ ПЕЧАМИ

Елена Сергеевна Дементьева¹, Сергей Петрович Санников²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ dementeva-lena23@mail.ru

² ssp-3@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы модернизации систем управления дуговыми сталеплавильными печами. Представлена аппаратная реализация системы автоматического регулирования мощности дуговой печи.

Ключевые слова: дуговая сталеплавильная печь, модернизация печи, система управления ДСП

Original article

MODERNIZATION OF CONTROL SYSTEMS FOR ARC STEELMAKING FURNACES

Elena S. Dementeva¹, Sergey P. Sannikov¹

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ dementeva-lena23@mail.ru

² ssp-2@mail.ru

Abstract. The article discusses the issues of modernization of control systems for arc steelmaking furnaces. The hardware implementation of the automatic power control system of the arc furnace is presented.

Keywords: arc steelmaking furnace, furnace modernization, chipboard control system

На сегодняшний день получение стали высокого качества в дуговых сталеплавильных печах (ДСП) становится экономически более рациональным решением, чем в печах иного типа. Это связано с рядом факторов: высокой производительностью ДСП, низким удельным расходом энергии и возможностью получения стали с заданными свойствами. Однако большинство применяемых в производстве ДСП не соответствуют техническому прогрессу. Они оснащены устаревшими системами управления,

которые расходятся с новыми требованиями к производительности печей, удельному расходу энергии, качеству выплавляемой стали, надежности и т. д. Внедрение новых ДСП запрашивает больших затрат. В связи с этим наиболее эффективным решением данной проблемы следует признать модернизацию существующих ДСП.

Модернизация системы управления позволяет повысить достоверность и скорость управления технологическими параметрами, что приводит к снижению времени цикла выплавки стали; обеспечивает более точное регулирование температуры, состава и других параметров плавки, что приводит к повышению качества стали. Применение современных систем управления и привода повышает надежность работы печи, снижает риск аварийных ситуаций.

Модернизация ДСП – это эффективный способ повышения производительности, надежности и качества производства стали. Она позволяет обеспечить соответствие ДСП современным требованиям и повысить конкурентоспособность сталелитейных предприятий.

Многие существующие дуговые сталеплавильные печи устарели, а внедрение новых требует больших затрат, поэтому главной целью данной работы является модернизация существующих ДСП [1].

Из поставленной цели вытекает ряд задач: изучить требования, предъявляемые к системе управления ДСП, рассмотреть наиболее эффективный электропривод, оценить регулятор мощности ДСП, продумать аппаратную реализацию системы автоматического регулирования ДСП.

Требования, предъявляемые к системе управления ДСП. Дуговая сталеплавильная печь – основной технологический агрегат в производстве стали, представляет собой цилиндрическую емкость, в которой сталь расплавляется под действием электрической дуги, возникающей между электродами, опущенными в печь.

Для эффективной работы ДСП необходима система автоматического управления, которая обеспечивает:

1) гибкость управления мощностью печи. Для ускорения процесса плавки на первом этапе расплавления металла в печи необходима максимальная мощность. На последующих этапах необходима возможность изменять мощность для регулирования температуры металла и шлака. Это условие можно регулировать изменением вторичного напряжения трансформатора и изменением длины дуг;

2) стабилизация длины дуги. Длина дуги заметно изменяется в процессе плавки. В период окисления длина дуги увеличивается и усиленно излучает тепло на облицовку стен и свода печи, что может привести к их разрушению. Система управления должна, используя регулятор мощности, сравнивать фактическую мощность дуги с заданной и выдавать сигнал на изменение напряжения трансформатора. При

исчезновении дуги на одном из электродов система должна выдать сигнал аварии и отключить оставшиеся электроды;

3) газовая среда расплава в печи обеспечивается закрытием в дуговой печи доступа к внешнему кислороду воздуха.

Система автоматического управления должна обеспечивать защиту персонала и оборудования от аварийных ситуаций.

Электроприводы перемещения электродов. Электроплавильные печи являются одними из наиболее энергоемких промышленных установок. В них используется большое количество электроэнергии для нагрева металла и плавления шихты, поэтому важно использовать электроприводы, которые обеспечивают эффективное использование электроэнергии и высокую надежность работы.

Раньше в качестве регулируемого электропривода использовался привод постоянного тока, но в последние годы все более широкое распространение получает частотно-регулируемый привод с асинхронным двигателем. Он имеет ряд преимуществ: высокая надежность, широкий диапазон регулирования скорости вращения, высокие энергетические показатели, повышенная эффективность работы печи, а также:

- асинхронный двигатель имеет прочную конструкцию и практически не требует обслуживания;
- ЧРП позволяет плавно изменять скорость вращения двигателя от нуля до номинальной. Это позволяет оптимизировать режим работы электроплавильной печи и повысить ее эффективность;
- ЧРП обеспечивает более высокий КПД, чем привод постоянного тока. Это позволяет снизить затраты на электроэнергию и повысить производительность;
- ЧРП позволяет плавно изменять скорость вращения электродов, что обеспечивает более равномерный прогрев металла и снижает риск образования горячих трещин;
- РП имеет более высокую надежность, чем привод постоянного тока, что снижает риск аварий и простоев печи;
- ЧРП является наиболее перспективным типом электропривода для электроплавильных печей. Он обеспечивает высокую надежность, эффективность и качество работы печи.

Регулятор мощности ДСП. При проектировании регулятора нужно верно подобрать параметр регулирования, который в полном объеме отражает несоответствие режима работы ДСП заданному.

Качество получаемого металла зависит от подводимой мощности. Напряжение меняют переключением ступеней трансформатора, поэтому величину активной мощности можно изменить только перемещением электродов. При этом изменяется длина дуги и ее напряжение, сила тока и активная мощность.

Однако эти способы имеют ряд недостатков. Более качественный результат дает регулятор. На дуговых электропечах обычно используется принцип регулирования по отклонению.

Вычисленный для каждого электрода сигнал ошибки используется для формирования сигнала задания на соответствующий электропривод.

На стадии расплавления предлагается параболическая характеристика регулятора, чтобы система слабо реагировала на небольшие изменения тока дуги, но быстро отработывала резкие изменения режима, в том числе короткие замыкания и обрывы дуги. На поздних стадиях плавки резких изменений режима не происходит, поэтому желательно увеличить чувствительность регулятора и уменьшить максимальную скорость перемещения. Статическая характеристика такого регулятора представлена на рис. 1. Сплошная линия – характеристика регулятора на стадии расплавления, пунктирная – на стадии доводки.

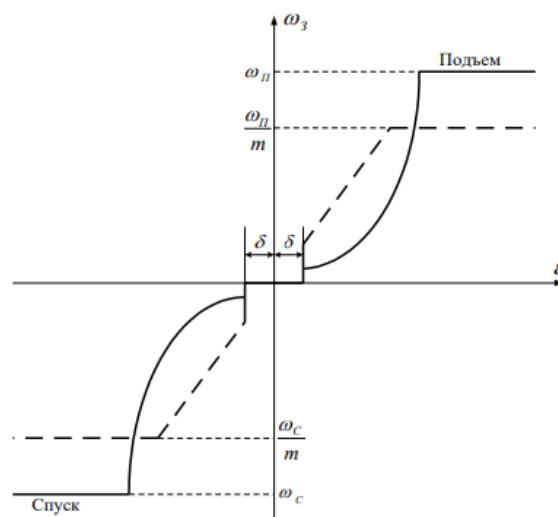


Рис. 1. Статическая характеристика регулятора мощности одной фазы

Зажигание дуги осуществляется автоматически. При этом используются сигналы блокировок, формируемые в специальной подпрограмме.

Идентификация режима работы печи и формирование блокировок на движение электродов осуществляются на основании анализа значений аналоговых сигналов тока и напряжения дуги.

Аппаратная реализация системы автоматического регулирования мощности дуговой печи. Система автоматического регулирования мощности дуговой печи реализуется на основе оборудования фирмы OMRON. OMRON обеспечивает хорошую устойчивость при работе в условиях значительных электромагнитных и коммутационных помех, а также при плохом качестве питающих сетей, что является актуальным для таких объектов управления, как дуговые электропечи.

Управляющим контроллером в системе автоматического регулирования мощности дуговой печи является программируемый логический контроллер (PLC) серии CS1, который в настоящее время решает такие задачи, как:

- управление оборудованием ДСП;
- защита и блокировка;
- управление перемещением электродов для поддержания заданных параметров дуги по каждому из трех электродов.

Структура PLC и операционная система непрерывно выполняют управляющую программу, диагностику состояния всех модулей PLC и регенерацию входов/выходов в каждом цикле управления, при этом разработчик системы управления составляет только управляющую программу из набора инструкций PLC.

Для управления асинхронными двигателями привода перемещения электродов были использованы частотные преобразователи фирмы OMRON серии 3G3FV. Преобразователи обеспечивают защиту двигателей от перегрузок и перегрева.

Пульт оператора на базе программируемого терминала Фирмы OMRON типа NT631 отображает информацию о ходе и параметрах плавки. С экрана терминала производится ввод данных. Имеющаяся в терминале память сохраняет и выводит в виде графиков значения токов по каждому электроду, сохраняет и отображает архив действий оператора с привязкой к реальному времени.

Конструктивно система автоматического регулирования мощности дуговой печи представляет собой пульт оператора размером в два шкафа: шкаф управления размером и силовой шкаф.

В силовом шкафу размещены преобразователи частоты, входные фильтры для них и автоматические выключатели.

Список источников

1. Лапшин И. В. Автоматизация дуговых печей. М. : [б. и.], 2004. 166 с.