Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Хандошко Алена Константиновна

Разработка интеллектуальной системы управления дугой сталеплавильной печи

Направление подготовки

27.04.04 «Управление в технических системах»

АВТОРЕФЕРАТ

МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Романовская
Инна Анатольевна
Проверено
04.07.2023 Зачтено Библиотека

2023

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Научный руководитель	Доктор технических наук, профессор Соловьев Вячеслав Алексеевич
Рецензент	Заведующий кафедрой «Системы электроснабжения» ДВГУПС Игнатенко И.В.

Защита состоится «30» июня 2023 года в 9 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 104/3.

Автореферат разослан 21 июня 2023 г.

Секретарь ГЭК А. В. Бузикаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

В настоящее время в России и за рубежом для производства получения черных и цветных металлов широкое распространение получили электродуговые сталеплавильные печи (ДСП) различного типа. К преимуществам данных печей можно отнести:

– высокую производительность;

– плавное и точное регулирование температуры металла и его химического состава;

– возможность автоматизации и регулирования процесса плавки;

– способность использовать в качестве сырья металлический лом практически любого состава.

Для современных дуговых печей существует ряд недостатков и проблем устойчивой эксплуатации, связанных с низким уровнем контроля и управления технологическими параметрами процесса. Также к недостаткам относится:

– высокий местный перегрев под электродами;

– трудность перемешивания и усреднения химического состава стали;

– потребление большого количества электричества;

– повышенное выделение газов;

– высокий шум во время работы.

В процессе выплавки стали под электродами выделяется большая мощность, и вследствие этого возникают проблемы с равномерным распределением тепла для плавления металлошихты, загруженной в печь. Для каждого заданного электрического режима работы печи необходимо осуществлять поддержание соответствующих для него значений тока, напряжения и мощности при заданных значениях длины дуги. В процессе плавки в электродуговой печи длина электрической дуги постоянно меняется без заданного алгоритма управления, что непосредственно влияет на тепловое состояние ван-

ны печи и ее элементов и конструкций при нагреве шихтовых материалов до расплава. В настоящее время замер температуры в дуговой сталеплавильной печи (ДСП) осуществляется вручную, посредствам «окунания удочки» с одноразовой термопарой на конце после завершающего этапа плавки для определения степени готовности металла. Существующие методы контроля дуговых печей и уровень автоматизации не соответствуют современным тенденциям развития техники и физико-химическим условиям плавильных процессов многокомпонентных сплавов, что приводит к преждевременному выходу из строя электродов и футеровки печей, а также большому количеству брака при низком выходе годной продукции.

Тем не менее, исследование вопросов контроля теплового состояния в шахте печи, состояния электродов и элементов кожуха для эффективного управления ДСП в процессе плавки исходного металлургического сырья является нерешенной до настоящего времени в полном объеме проблемой и остается одной из актуальных задач в металлургической отрасли.

Цель работы

Повышение качества функционирования электродуговых печей на основе изучения влияния различных параметров (мощность, напряжение, ток) электрической дуги на тепловое состояние процесса для прогнозирования технологического состояния и устойчивой работы при включении в систему управления и автоматизации дополнительных алгоритмов адаптации во время плавки многокомпонентных шихтовых материалов. Особенностью данной модели является учет неоднородности материала шихты, неравномерности установки стержней электродов при ограниченных возможностях гидропривода перемещения системы стержней.

Основные задачи исследования:

– анализ состояния современных систем управления дуговыми сталеплавильными печами и температурным состоянием процесса;

– определение зависимости между температурами расплава, электродов и футеровки печи с установлением значений передаточного теплового коэффициента расплава и элементов футеровки печи;

– расчет теплового баланса и трехмерное математическое моделирование тепловых потоков при изменении положения электродов и значения напряжения в дуговой печи;

– разработка алгоритма управления тепловым состоянием ванны печи и температурой расплава посредством изменения длины дуги при вводе дополнительных параметров контроля.

К защите представляются следующие основные положения

1. Разработка математического описания и имитационной модели процесса плавки в ДСП

2. Результаты моделирования разработанной системы управления процессом плавки в ДСП.

Научная новизна

Предложена и разработана имитационная модель плавки в ДСП позволяющая учитывать влияние основных параметров объекта на качество расплава.

Практическая ценность и реализация

1. Результаты исследования на имитационной модели позволили сформировать требования и синтезировать систему управления процессом плавки.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 43 наименований. Работа изложена на 75 страницах и содержит 44 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во ведении обосновывается актуальность темы, формируется цель диссертационной работы.

В первой главе представлен обзор существующих систем автоматического управления процессом плавки в дуговых сталеплавильных

печах, описана характеристика оборудования для выплавки стали, а также характеристика электрической дуги, приведена классификация дуговых сталеплавильных печей.

Во второй главе представлено описание технического процесса ДСП и функциональное описание наклона печи, двери скачивания шлака, хода поворота стенда печи, подъёма свода и электродных колонн.

В третьей главе выполнен расчет теплового баланса, представлены результаты моделирования объекта управления ДСП, проведено исследование системы, при различных параметрах тока и напряжения электрической дуги.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения диссертационной работы были получены следующие результаты:

1. Представлен обзор существующих систем автоматического управления процессом плавки в дуговых сталеплавильных печах.

2. Описана характеристика оборудования для выплавки стали.

3. Описана характеристика электрической дуги.

4. представлено описание технического процесса ДСП и функциональное описание

5. выполнен расчет теплового баланса.

6. представлены результаты моделирования объекта управления ДСП

7. проведено исследование системы, при различных параметрах тока и напряжения электрической дуги.

Результаты исследования показали, что неравномерность расположения электродов, изменение длины дуги будет приводить к неравномерности нагрева в разных точках шихты. Поэтому, целесообразно модернизировать систему управления и привести ее к управляемому выравниванию каждого электрода.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Хандошко, А. К. Разработка имитационной модели стабилизации дугив дуговой сталеплавильной печи / А. К. Хандошко, В. А. Соловьев // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : материалы V Всерос. нац. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 11-15 апреля 2022 г. : в 4 ч. / редкол. : А. В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2023. – С. 80-82.