

Министерство образования и науки РФ
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Н.А. Спирин, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев,
А.В. Краснобаев, О.П. Онорин, И.Е. Косаченко

МОДЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ
РЕШЕНИЙ В АСУ ТП
ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ

*Под редакцией профессора, доктора технических наук
Н.А. Спирина*

Екатеринбург
Издательский Дом «ИздатНаукаСервис»
2011

Министерство образования и науки РФ
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Н.А. Спирин, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев,
А.В. Краснобаев, О.П. Онорин, И.Е. Косаченко

МОДЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ
РЕШЕНИЙ В АСУ ТП
ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ

*Под редакцией профессора, доктора технических наук
Н.А. Спирина*

Екатеринбург
Издательский Дом «ИздатНаукаСервис»
2011

УДК 669.162.2:004.94
ББК 669.323.103
К63

Рецензенты:

Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники (ВНИИМТ);
профессор, доктор технических наук, главный научный сотрудник института металлургии УрО РАН Дмитриев А.Н.

Авторы: Н.А. Спириин, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев, А.В. Краснобаев, О.П. Онорин, И.Е. Косаченко

**К63 Модельные системы поддержки принятия решений в АСУ ТП доменной плавки / под ред. Н.А. Спирина. — Екатеринбург: ФГАОУ ВПО УрФУ, 2011. — 462 с.
ISBN 5-98123-010-X**

В монографии представлено описание разработанных математических моделей, алгоритмов и компьютерных программ для решения комплекса технологических задач в области доменного производства для MES-уровня (Manufacturing Execution Systems — системы управления технологией, производственными процессами). Применение алгоритмов и программного обеспечения проиллюстрировано на примере крупнейшего доменного цеха России — ОАО «ММК». Большинство программ опробованы в промышленности, их можно рекомендовать для использования в автоматизированных рабочих местах инженерно-технического персонала других доменных цехов, решения комплекса стратегических задач при планировании производства, поставок железорудного сырья, топлива, оптимального управления энергоресурсами.

Монография предназначена для научных и инженерно-технических специалистов, занимающихся вопросами исследования, разработки и практической реализации информационно-моделирующих систем для управления сложными энергоемкими, распределенными объектами и их комплексами в металлургии. Материал монографии изложен в доступной форме и его можно рекомендовать для аспирантов, студентов старших курсов технических вузов соответствующих специальностей.

Работа выполнена в соответствии с Государственным контрактом Федерального агентства по науке и инновациям № 02.740.11.0152.

УДК 669.162.2:004.94
ББК 669.323.103

ISBN 5-98123-010-X

- © ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», 2011
- © Н.А. Спириин, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев, А.В. Краснобаев, О.П. Онорин, И.Е. Косаченко, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АСУ	13
1.1. Уровни автоматизированной информационной системы	13
1.2. Принципы построения АСУ ТП.....	24
1.3. Архитектура современных АСУ ТП.....	32
1.4. Компьютерные интеллектуальные системы поддержки принятия решений.....	59
1.5. Технология и средства разработки программного обеспечения информационно-моделирующих систем для решения технологических задач в металлургии.....	89
ГЛАВА 2. РЕАЛИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ В МЕТАЛЛУРГИИ	111
2.1. Принципы построения автоматизированных систем на ОАО «ММК».....	111
2.2. Реализация современных автоматизированных систем управления сложными, энергонасыщенными, распределен- ными комплексами в металлургии (на примере доменной плавки).....	139
2.3. Принципы построения, общая архитектура современной информационно-моделирующей системы доменной плавки	172
2.4. Пример реализации АСУ ТП доменной плавкой на ОАО «ММК».....	192
ГЛАВА 3. МОДЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ	204
3.1. Состояние вопроса в области математического модели- рования доменного процесса.....	204
3.2. Модель выбора состава железорудного сырья и флю- сов в аглодоменном производстве.....	212
3.3. Моделирование свойств первичного шлака.....	233
3.4. Моделирование свойств конечного шлака.....	242
3.5. Моделирование газодинамического режима доменной плавки	252
3.6. Выбор оптимального состава шихты.....	265
ГЛАВА 4. РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВЫБОРА СОСТАВА ЖЕЛЕЗО-РУДНОГО СЫРЬЯ И ФЛЮСОВ	270
4.1. Основные функциональные возможности.....	270
4.2. Основные принципы и понятия, используемые при работе с программным обеспечением.....	271
4.3. Интерфейс программного обеспечения.....	271
4.4. Расчет газодинамических параметров.....	283
4.5. Расширенные возможности работы с пакетом.....	291

ГЛАВА 5. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАСЧЕТА ШИХТЫ ЗАПОЛНЕНИЯ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ	295
5.1. Технологические основы задувки доменных печей.....	295
5.2. Физическая постановка задачи.....	311
5.3. Математическая модель расчета состава шихты заполнения доменной печи с регулируемым процессом восстановления и шлакообразования	315
5.4. Математическая модель расчета состава шихты заполнения для традиционной задувки.....	339
5.5. Моделирование дутьевого и газодинамического режимов доменной плавки в задувочный период.....	344
5.6. Оптимизационная модель задувочной шихты	349
5.7. Реализация пакета прикладных программ расчета шихты заполнения, выбора дутьевых и газодинамических параметров	356
ГЛАВА 6. РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЕЙ РАБОТЫ ДОМЕННОГО ЦЕХА»	375
6.1. Общая системная структура программного комплекса.	375
6.2. Функциональное моделирование системы	389
6.3. Информационное моделирование базы данных.....	396
6.4. Функциональные возможности программного комплекса.....	405
6.5. Интеграция отчетной информации в корпоративную сеть предприятия.....	424
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	445