

The background of the entire page is a high-magnification, black and white micrograph of iron powder particles. The particles are small, roughly spherical, and densely packed, creating a complex, textured surface. The lighting highlights the individual grains and their irregular shapes.

**Г.Г. Залазинский
Т.Л. Щенникова
Г.К. Моисеев**

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
ПОЛУЧЕНИЯ
ПОРОШКОВ ЖЕЛЕЗА**

УДК 621.762, 541.1(075.8)
ББК 34.39
322

Ответственный редактор
доктор технических наук, профессор **О.Ю. Шешуков**
Рецензент доктор технических наук **Е.Л. Фурман**

Залазинский Г. Г., Щенникова Т. Л., **Моисеев Г. К.**
322 **Термодинамическое моделирование процессов получения порошков железа.** Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012. – 140 с.

ISBN 978-5-7691-2315-3

Рассмотрены основы термодинамического моделирования и модели, использованные для описания процессов в металлургии железных порошков.

Обобщены данные по термодинамическому моделированию процессов получения порошков железа хлоридным, сульфатным и содовым гидрометаллургическими методами; выплавки стали в индукционных печах, диспергирования железоуглеродистых расплавов водой, воздухом, водой и воздухом, азотом, диспергирования расплавов легированных ванадием, хромом, никелем и другими элементами; восстановления порошка-сырца с легирующими добавками в различных средах; термообработки дробы. Для подтверждения результатов моделирования представлены данные исследований по формированию структуры частиц, свойствам порошков, полученных методами порошковой металлургии из продуктов и отходов металлургического производства.

Книга предназначена для научных и инженерно-технических работников и специалистов в области порошковой металлургии и композиционных материалов, а также преподавателей и студентов вузов соответствующих специальностей.

УДК 621.762, 541.1(075.8)
ББК 34.39



ISBN 978-5-7691-2315-3

© РИО УрО РАН, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Основы метода термодинамического моделирования	6
1.1. Термодинамические системы и их особенности	6
1.2. Параметры состояния и характеристические функции термодинамических систем	7
1.3. Понятие компонентов систем	9
1.4. Правило фаз Гиббса	11
1.5. Вариационные принципы термодинамики	13
1.6. Цели применения термодинамического моделирования	15
1.7. Модели, используемые для описания процессов в металлургии железных порошков	16
Глава 2. Термодинамическое моделирование процессов получения порошков железа методами гидрометаллургии	19
2.1. Хлоридный метод	20
2.1.1. Металлизация железо-кобальт-никелевой руды	25
2.1.2. Металлизация титаномагнетитового концентрата	26
2.1.3. Выщелачивание качканарского концентрата	30
2.1.4. Влияние степени металлизации на извлечение в раствор соляной кислоты железа, ванадия, титана и хрома	32
2.1.5. Сушка и восстановление хлоридов железа	35
2.1.6. Легирование железного порошка никелем из оксидов и хлоридов	43
2.2. Сульфатный метод	48
2.2.1. Разложение полуводного сульфата железа	51
2.2.2. Восстановление оксида железа	53
2.3. Содовый метод	56
Глава 3. Термодинамическое моделирование физико-химических превращений при диспергировании расплавов	61
3.1. Выплавка углеродистых сталей в индукционных печах	63
3.2. Физико-химические превращения железоуглеродистых расплавов при диспергировании	70
3.3. Взаимодействие легирующих элементов с железоуглеродистым расплавом при диспергировании	75
3.4. Взаимодействие расплавов чугуна с энергоносителем при диспергировании	81
3.5. Взаимодействие высоколегированных расплавов с энергоносителем	92

Глава 4. Термодинамическое моделирование процессов восстановления	97
4.1. Восстановление порошка-сырца ванадийсодержащего чугуна углеродом металла в атмосфере азота, эндогаза, водорода	98
4.2. Восстановление порошка-сырца из титан-медистого чугуна	111
4.3. Восстановление легированных порошков-сырцов	116
4.4. Термообработка дроби	117
4.5. Восстановление окалины проката твердым углеродом	121
4.6. Восстановление окалины проката водородом	123
4.7. Восстановление окалины проката конвертированным природным газом и твердым углеродом	125
Заключение	133
Список литературы	134