

ЕСИЧ О.А.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ

СВЕРДЛОВСК

1962

О. А. ЕСИН и П. В. ГЕЛЬД

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

*РЕАКЦИИ МЕЖДУ ГАЗООБРАЗНЫМИ
И ТВЕРДЫМИ ФАЗАМИ*

2-е исправленное и дополненное
издание



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ЧЕРНОЙ И ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
СВЕРДЛОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Свердловск 1962

АННОТАЦИЯ

В первой части книги разобраны: горение твердого и газообразного топлива, диссоциация окислов, карбонатов и сульфидов, окисление металлов, сульфидная коррозия и восстановление.

Наряду с термодинамическим анализом важнейших пирометаллургических реакций дается систематическое изложение молекулярно-кинетических исследований этих процессов и оттеняется ведущая роль советских ученых.

Книга предназначена для научных работников, инженеров и аспирантов металлургических специальностей, а также для студентов, желающих углубить и расширить свои знания по теории металлургических процессов. Во второй части будут рассмотрены взаимодействия между жидкими и твердыми фазами.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ко второму изданию	5
Предисловие к первому изданию	6
Г л а в а I. Термодинамический анализ газовых реакций	9
1. Горение окиси углерода	—
Тепловой эффект как функция температуры	—
Независимые переменные, определяющие состояние равновесия	12
Влияние температуры и давления	14
Константа равновесия как функция температуры	15
Равновесный состав как функция давления	19
2. Горение водорода	21
Тепловой эффект как функция температуры	—
Константа равновесия как функция температуры	22
Равновесный состав как функция давления	24
3. Реакция водяного газа	27
Тепловой эффект как функция температуры	28
Влияние температуры и давления	—
Константа равновесия как функция температуры	29
Расчет равновесного состава газа	32
4. Диссоциация водорода и кислорода	34
5. Образование гидроксила	39
6. Теоретическая температура пламени	41
<i>Литература к главе I</i>	45
Г л а в а II. Механизм и кинетика горения водорода и окиси углерода	47
1. Особенности процессов горения	—
2. Цепной механизм реакций горения	49
Строение активного комплекса	—
Определение скорости реакции	54
Образование цепей	56
3. Воспламенение газовой смеси	59
Температура воспламенения	—
Нижний предел давления	—
Верхний предел давления	66
Период индукции	68
Третий предел давления	71
Распространение пламени	75
4. Механизм и кинетика горения водорода	82
Низкотемпературная область	83
Область высоких давлений	94
5. Механизм и кинетика горения окиси углерода	97
Роль водорода	—
Низкотемпературная область	100
Область высоких температур и давлений	106
<i>Литература к главе II</i>	111
Г л а в а III. Термодинамический анализ горения твердого углерода	114
1. Разновидности твердого углерода	—
2. Выращение для константы равновесия	118
3. Взаимодействие углерода с его двуокисью	120

Влияние давления на равновесный состав	120
Зависимость константы равновесия от температуры	121
Графическое изображение условий равновесия	126
4. Реакции углерода с кислородом	129
Реакция неполного горения	130
Реакция полного горения	133
5. Реакция углерода с водяными парами	135
Зависимость констант равновесия от температуры	137
Расчет равновесного состава газа	139
6. Образование метана	141
<i>Литература к главе III</i>	143
Глава IV. Механизм и кинетика горения твердого углерода	146
1. Общая характеристика процесса	—
Диффузия и конвекция газов	147
Строение графита	150
Некоторые особенности строения твердых топлив	159
Адсорбционно-химический акт	161
2. Взаимодействие углерода с его двуокисью	171
Диффузионная область	—
Исследования в вакууме	173
Исследования в области средних давлений 10—2—1 ат	176
3. Реакция углерода с водяными парами	200
4. Взаимодействие углерода с кислородом	204
Температура воспламенения и тушения угля	—
Горение угля при низких давлениях	209
Горение углерода при нормальном давлении	221
5. Реакция распада окиси углерода	247
Общие замечания	—
Результаты экспериментальных исследований	249
6. Реакция водяного газа	266
Восстановление двуокиси углерода водородом	—
Окисление окиси углерода парами воды	271
<i>Литература к главе IV</i>	276
Глава V. Термодинамика диссоциации карбонатов, окислов и сульфидов	284
1. Общие закономерности	—
Система без фаз переменного состава	—
Взаимная растворимость конденсированных фаз	291
Диссоциация при наличии особого растворителя	296
2. Диссоциация карбонатов	299
Углекислый кальций	—
Углекислый магний	309
Доломит	313
Углекислое железо	316
3. <u>Диссоциация окислов</u>	320
Окислы железа	—
Окислы меди	345
4. Диссоциация сульфидов железа	353
Пирит	359
Троилит (FeS)	363
<i>Литература к главе V</i>	369
Глава VI. Механизм и кинетика диссоциации карбонатов, окислов, сульфидов и обратных процессов	373
1. Разрушение и построение твердых фаз	—
Диссоциация исходного вещества	—
Зарождение новой фазы	375

Роль двухмерных зародышей	382
Особенности начального периода	390
Формально-кинетические уравнения	393
2. Диссоциация карбонатов и процессы карбонизации окислов	400
Схема механизма	—
Экспериментальные данные	406
Скорость продвижения фронта реакции	414
Учет скорости диффузии	422
Влияние теплообмена	424
Особенности диссоциации доломита	428
3. Диссоциация окислов	438
4. Окисление железа	449
Формально-кинетические закономерности	451
Структура окалина	459
Механизм окисления железа	466
Распад вюстита на магнетит и железо	489
5. Диссоциация сульфидов и коррозия железа серой	495
Диссоциация пирита	—
Коррозия железа серой	496
Механизм сульфидной коррозии	498
<i>Литература к главе VI</i>	508
Глава VII. Термодинамика процессов восстановления окислов железа	517
1. Восстановление водородом	518
Восстановление окиси железа	519
Восстановление магнетита до закиси железа	520
Восстановление закиси железа	523
Восстановление магнетита до железа	524
Графическое изображение условий равновесия	525
Особенности реальных твердых фаз	530
2. Восстановление окисью углерода	538
Восстановление окиси железа	—
Восстановление магнетита до закиси железа	539
Восстановление закиси железа	540
Восстановление магнетита до железа	542
Графическое изображение условий равновесия	543
Фазовые превращения	545
Особенности реальных конденсированных фаз	547
3. Восстановление в присутствии твердого углерода	556
Условия равновесия без учета образования твердых растворов Fe—C	—
Усложнения, связанные с образованием растворов Fe—C	560
<i>Литература к главе VII</i>	573
Глава VIII. Механизм и кинетика восстановления окислов железа	575
1. Результаты кинетических исследований	—
Аналитические зависимости для скорости процесса	577
Влияние различных условий на скорость процесса	585
2. Механизм реакций восстановления	595
Автокаталитический характер реакции восстановления	597
Диффузия ионов через твердые продукты восстановления	607
Адсорбционный характер процессов восстановления	613
Адсорбция и катализ на полупроводниках	—
Адсорбция газов на окислах	618
Влияние CO ₂ и H ₂ O	621
Сопоставление скоростей восстановления водородом и окисью углерода	627
Скорости восстановления высших и низших окислов	629
Восстановление химических соединений окислов	630

3. О механизме восстановления окислов железа углеродом	631
Критика ошибочных представлений	632
Лимитирующая реакция	637
Особенности прямого восстановления	643
Литература к главе VIII	645
Приложения	654
