

Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

И. С. Семериков
Е. С. Герасимова

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Допущено Уральским отделением
Учебно-методического объединения вузов РФ
по образованию в области строительства
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению подготовки
бакалавров 08.03.01 «Строительство»,
всех форм обучения

2-е издание, стереотипное

Москва
Издательство «ФЛИНТА»
Издательство Уральского университета
2017

УДК 544:691(075.8) ББК 38.3-3я73
С30

Рецензенты:

Главный технолог ООО «Машинпэкс-Урал» Кашутин А. С.;
завлабораторией химии соединений редкоземельных элементов
Института химии твердого тела УрО РАН, канд. хим. наук
Журавлев В. Д.

Семериков, И. С.

С30 **Физическая химия строительных материалов**
[Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Семериков,
Е. С. Герасимова. — 2-е изд., стер. — М. : ФЛИНТА : Изд-
во Урал. ун-та, 2017. — 204 с.

ISBN 978-5-9765-3237-3 (ФЛИНТА)

ISBN 978-5-7996-1453-9 (Изд-во Урал. ун-та)

Рассмотрено строение жидких, аморфных и кристаллических
строительных материалов. Даны основы учения о фазовых равновесиях,
термодинамика химических процессов, рассмотрены явления в
высокодисперсных веществах, физико-химические методы анализа
строительных материалов.

Пособие предназначено для студентов бакалавриата и магистратуры,
обучающихся по направлению «Строительство».

Библиогр.: 24 назв. Табл. 18. Рис. 90. Прил. 2.

УДК 544:691(075.8)
ББК 38.3-3я73

ISBN 978-5-9765-3237-3 (ФЛИНТА)
ISBN 978-5-7996-1453-9 (Изд-во Урал. ун-та)

© Уральский федеральный
университет, 2015

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
1. КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ	6
1.1. Распространение химических элементов в земной коре и агрегатное состояние веществ.....	6
1.2. Кристаллическое строение материалов	8
1.2.1. Типы кристаллических решеток, их свойства	8
1.2.2. Радиусы элементов, координационные числа и полиэдры. Правила Полинга.....	11
1.3. Химическая связь в твердых веществах	17
1.3.1. Ионная связь	18
1.3.2. Ковалентная связь.....	20
1.3.3. Водородная и металлическая связь	22
1.4. Химическая связь и структура силикатов	23
1.5. Дефекты кристаллической решетки	32
1.5.1. Типы дефектов	32
1.5.2. Твердые растворы	36
2. ЭЛЕМЕНТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ И ТЕРМОХИМИИ МАТЕРИАЛОВ.....	43
2.1. Приложение первого закона термодинамики к физико-химическим процессам.....	44
2.2. Приложение второго закона термодинамики к физико-химическим процессам.....	53
2.3. Приложение третьего закона термодинамики к физико-химическим процессам.....	55
2.4. Энергия Гиббса и химическое равновесие	56
2.5. Расчет константы равновесия химических реакций по термодинамическим функциям	62

3. ОСНОВЫ УЧЕНИЯ О ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЯХ. ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ «СОСТАВ-СВОЙСТВО»	64
3.1. Понятие о системе и параметрах системы	64
3.2. Общие сведения о диаграммах состояния	68
3.3. Однокомпонентные системы	69
3.3.1. Диаграмма состояния SiO_2	72
3.4. Двухкомпонентные системы	75
3.4.1. Построение диаграмм состояния	78
3.4.2. Диаграмма состояния системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$	80
3.4.3. Диаграмма состояния системы CaO-SiO_2	81
3.4.4. Диаграмма состояния системы $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$	83
3.5. Трехкомпонентные системы [6]	85
4. МАТЕРИАЛЫ В ВЫСОКОДИСПЕРСНОМ СОСТОЯНИИ	90
4.1. Получение высокодисперсных материалов	90
4.2. Поверхностные явления на границе «твердая фаза-газ»	91
4.3. Поверхностные явления на границе «твердое-твердое»	94
4.4. Поверхностные явления на границе «твердое-жидкое»	98
4.4.1. Строение мицелл и коллоидов	99
4.4.2. Структура сырьевого цементного шлама	104
4.4.3. Структура глиняного шликера	106
4.4.4. Структурно-механические свойства паст и теста	110
4.5. Поверхностные явления на границе «твердое-жидкое-газ» ...	113
4.6. Поверхностные явления на границе «жидкое-жидкое»	118
4.7. Поверхностные явления на границе «жидкое-газ»	124
4.8. Поверхностные явления в аэрозолях	128
5. ТВЕРДОФАЗОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ МАТЕРИАЛАХ	133
5.1. Диффузия при реакциях в твердой фазе	133
5.2. Механизм и последовательность реакций в твердом состоянии	136
5.3. Кинетика твердофазовых реакций	140
5.4. Влияние технологических факторов на скорость твердофазовых реакций	143
6. ПРОЦЕССЫ ПРИ СПЕКАНИИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ	146
6.1. Теории твердофазового спекания	147
6.2. Спекание с участием жидкой и газовой фаз	152
6.3. Коалесценция пор и рекристаллизация зерен. Ускорение спекания	155

7. ЖИДКОЕ И СТЕКЛООБРАЗНОЕ СОСТОЯНИЕ МАТЕРИАЛОВ	159
7.1. Жидкое состояние	159
7.1.1. Плавление материалов.....	159
7.1.2. Гипотезы и теории строения расплавов.....	161
7.1.3. Свойства расплавов.....	164
7.2. Стеклообразное состояние и стеклообразные вещества.....	168
7.2.1. Стеклообразное состояние	168
7.2.2. Гипотезы строения стекла	171
7.2.3. Свойства стекла.....	175
7.2.4. Кристаллизационная способность стекол	177
8. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ	179
8.1. Дифференциально-термический анализ	179
8.2. Рентгенофазовый анализ.....	185
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	194
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	196
Приложение 1	198
Приложение 2	199