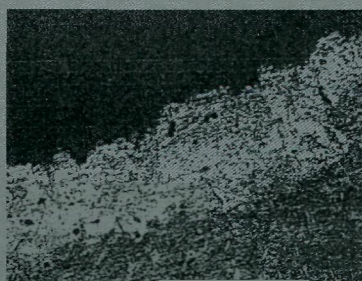
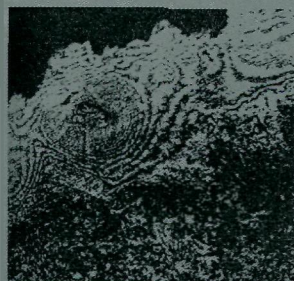


В.Н. Анциферов

ПОРОШКОВОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ



УДК 621.762.01
А74

Ответственный редактор
доктор технических наук, профессор **А.М. Ханов**

Рецензенты:

член-корр. РАН, доктор технических наук, профессор **В.Г. Бамбуров**
(Институт химии твердого тела УрО РАН);

доктор физико-математических наук, профессор **Л.В. Сливак**
(Пермский государственный национальный
исследовательский университет)

Анциферов, В.Н.
А74 **Порошковое материаловедение:** монография / В.Н. Анциферов;
отв. ред. д-р техн. наук, профессор А.М. Ханов. – Екатеринбург,
УрО РАН, 2012. 456 с.

ISBN 978-5-398-00879-1

В монографии рассмотрены межатомные взаимодействия, строение кристаллических решеток, образование и структура фаз, диффузионные процессы в твердых телах. Уделено внимание дефектам кристаллов. Представлены теоретические положения тепло- и электропроводности материалов. Приведены особенности упрочнения и разрушения твердых тел, а также влияние легирования, технологии получения и структуры на свойства спеченных сталей. Показано, что термодинамически неравновесные состояния обеспечивают большее разнообразие свойств, поскольку возрастает число независимых параметров, влияющих на состояние системы. Существуют условия, когда энергия внешнего воздействия может быть израсходована на образование новой фазы, что улучшает свойства материала. Обсуждаются особенности формирования структуры и свойств покрытий, нанесенных на порошковые стали. Сформулированы критерии управления структурой и свойствами покрытий. Приведены примеры функционального применения и изготовления порошковых деталей.

Автор благодарит сотрудников за помощь, оказанную при подготовке рукописи.

УДК 621.762.01

Издание монографии осуществлено при финансовой поддержке Министерства промышленности, инноваций и науки Пермского края.

ISBN 978-5-398-00879-1 © Институт механики сплошных сред
УрО РАН, 2012
© ФГБОУ ВПО «Пермский
национальный исследовательский
политехнический университет», 2012
© Анциферов В.Н., 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ЧАСТЬ I. ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ	
Глава 1. МЕЖАТОМНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ	7
Глава 2. СТРУКТУРА КРИСТАЛЛА И ДЕФЕКТЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ	17
2.1. Основные типы структур	17
2.2. Дефекты кристаллического строения	20
2.2.1. Классификация дефектов кристаллической решетки	20
2.2.2. Основные типы дислокаций и их движение	26
2.2.3. Краевая дислокация	26
2.2.4. Винтовая дислокация	30
2.2.5. Дислокации в типичных металлических структурах	33
2.2.6. Пересечение дислокации	40
2.2.7. Взаимодействие дислокаций с примесными атомами	43
2.2.8. Взаимодействие дислокаций с вакансиями и межузельными атомами	45
2.2.9. Образование дислокаций	46
2.2.10. Границы зерен и субзерен	48
Глава 3. ОБРАЗОВАНИЕ И СТРУКТУРА ФАЗ	50
3.1. Твердые растворы	56
3.2. Промежуточные фазы	63
3.3. Химические соединения	63
3.4. Электронные соединения	64
3.5. Фазы Лавеса	65
3.6. Фазы внедрения	66
Глава 4. ДИФФУЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ	69
4.1. Макроскопическая теория взаимной диффузии	71
4.2. Влияние структурных дефектов на диффузионные процессы	78
4.3. Особенности исследования взаимной диффузии в структурно-неоднородных средах	85
Глава 5. ТЕПЛО- И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ	90
5.1. Тепло- и электропроводность идеальных твердых тел	90
5.2. Влияние вакансий, примесей, дислокаций и межзеренных границ на тепло- и электропроводность	95
5.3. Влияние пор и микротрещин на тепло- и электропроводность	96
5.4. Тепло- и электропроводность структурно-неоднородных сред в приближении сплошной среды	98

Глава 6. УПРОЧНЕНИЕ И РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ	101
6.1. Упрочнение твердых тел	101
6.2. Деформационное, механико-термическое и термомеханическое упрочнение	102
6.3. Упрочнение путем легирования твердого раствора.....	105
6.4. Упрочнение частицами дисперсной фазы	108
6.5. Упрочнение армирующей фазой.....	110
6.6. Разрушение твердых тел	112
6.7. Качественные методы оценки сопротивления материалов хрупкому разрушению	115

ЧАСТЬ II. ПОРОШКОВОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Глава 1. КВАЗИРАВНОВЕСНЫЕ ПОРОШКОВЫЕ СТАЛИ	123
1.1. Прогнозирование распада переохлажденного аустенита в концентрационно-неоднородных сталях	123
1.2. Концентрационно-неоднородные стали с квазиравновесной структурой.....	129
1.3. Высокопрочные, трещиностойкие порошковые стали со структурой метастабильного аустенита.....	136

Глава 2. СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОРОШКОВЫХ СТАЛЕЙ, МЕХАНИЧЕСКИ ЛЕГИРОВАННЫХ ХРОМОМ И АЗОТОМ	146
2.1. Превращения в системе железо – хром	146
2.2. Сплавы железо – хром – углерод	148
2.3. Порошковые хромистые стали.....	151
2.4. Азотсодержащие хромистые стали.....	153
2.5. Методы получения хромозотных сталей.....	156

Глава 3. СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОРОШКОВЫХ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТАЛЕЙ, МЕХАНИЧЕСКИ ЛЕГИРОВАННЫХ ФОСФИДАМИ МЕТАЛЛОВ	160
3.1. Структура механически легированных порошков.....	160
3.2. Структура и свойства спеченных сталей	165

Глава 4. СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОРОШКОВЫХ СТАЛЕЙ, МЕХАНИЧЕСКИ ЛЕГИРОВАННЫХ НАНОКАРБИДАМИ МЕТАЛЛОВ	169
4.1. Механизм и кинетика дробления поликомпонентных порошковых систем	169
4.2. Структурообразование и свойства спеченных механически легированных сталей.....	179

Глава 5. ПОРОШКОВЫЕ СТАЛИ, СОДЕРЖАЩИЕ МЕТАЛЛОФУЛЛЕРИТЫ	185
5.1. Структура фуллерена	185
5.2. Свойства фуллеренов	191