

22.3
Б 19

3

А. С. Бакай

ПОЛИКЛАСТЕРНЫЕ АМОРФНЫЕ ТЕЛА

Библиотека ЛНУ 45 00

895915
Бакай
Поликластерные аморфные

общ. 2,3,

Харьков «Синтекс» 2013

де
ри
ю-
их
то
ю-
ю-
ис-
ос
та-
в
ю-
цу
р-
Г В
ю-
е-
ГО
ГО
О-
с-
О-
ГИ
ся
И

УДК 539.213

ББК 22.37

Б19

Бакай А. С. Поликластерные аморфные тела. – 2-е изд., перераб. и доп. – Харьков: "Синтекс", 2013. – 352 с., илл.

В книге сформулирована поликластерная модель структуры аморфных твердых тел, которая служит основой для рассмотрения проблем физики поликластерных аморфных материалов и для анализа результатов эксперимента. Описаны структура, термодинамические, кинетические и механические свойства поликластерных аморфных тел.

Метод ограниченной статистической суммы применяется для построения мезоскопической теории гетерофазных состояний стеклующейся жидкости и перехода жидкость-стекло с учетом множественности типов ближнего порядка. Описаны структурные состояния, фазовые превращения и релаксационная динамика гетерофазных жидкостей, а также полиморфные превращения стекол. Рассмотрен процесс структурообразования поликластеров при осаждении потоков быстрых частиц.

Изложена теория механизмов пластической деформации поликластеров. Приведены результаты экспериментального исследования термодинамических свойств, структуры, структурных дефектов и механических свойств металлических, а также некоторых неметаллических аморфных материалов, и прослежено их соответствие теории.

При подготовке этого издания все главы книги переработаны с учетом достижений в области физики жидкостей и стекол после выхода в свет первого издания.

Для научных и инженерно-технических работников, специализирующихся в области физики аморфного состояния и материаловедения.

Рецензент академик НАН Украины В. Г. Барьяхтар

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ко второму изданию.....	3
Из предисловия к первому изданию.....	5
Введение.....	7

Глава 1. СТРУКТУРА

1. Локальный порядок.....	15
2. Локально регулярные кластеры и поликластерные структуры.....	22
3. Атомная структура границ.....	25
4. Ближний порядок.....	40
5. Функция распределения комплексов.....	42
6. Структурные дефекты и туннелирующие состояния.....	44
7. Структурообразование при стекловании и фазовые превращения стекол.....	54
7.1. Вводные замечания. Открытие Фишера.....	54
7.2. Гетерофазные флуктуации и флуктуоны.....	59
7.3. Свободная энергия гетерофазной жидкости.....	60
7.4. Фрустрация.....	63
7.5. Уравнения состояния гетерофазной жидкости.....	65
7.6. Превращение жидкость-стекло. Роль фрустрации.....	66
7.7. Кластер Фишера.....	72
7.8. α -релаксация гетерофазной жидкости.....	77
7.9. Ультрамедленные моды, кинетика роста кластера Фишера и неэргодичность гетерофазной жидкости.....	79
7.10. Мезоскопические флуктуации плотности.....	83
7.11. Термодинамические коэффициенты гетерофазной жидкости.....	85
7.12. Полиморфные превращения жидкости и стекла (полиаморфизм)....	86
7.13. Роль множественности типов ближнего порядка.....	97
7.14. Параметрическая фазовая диаграмма.....	99

7.15. Эмпирическое правило Фогеля-Фулчера-Таммана и энтропийный парадокс Кауцмана, соотношение температур в модели Адама-Гиббса-Ди Марцио в свете модели гетерофазных флуктуаций.....	101
7.16. Обсуждение.....	104
Примечания к разделу 7.....	110
8. Локальный и ближний порядок аморфных тел (эксперимент).....	117
8.1. Локальный и ближний порядок металлических стекол.....	117
8.2. Точечные дефекты.....	118
8.3. Поликластерная структура.....	121

Глава 2. СТРУКТУРНЫЕ ФЛУКТУАЦИИ И ДИФФУЗИЯ

9. Элементарные флуктуационные перестройки границ.....	126
10. Кооперативные флуктуационные перестройки.....	142
11. Диффузия.....	162
11.1. Некооперативные механизмы диффузии.....	162
11.2. Вклад кооперативных топологических перестроек на границах в диффузию.....	166
12. Диффузионно-контролируемая кристаллизация стекла.....	168
12.1. Сценарии кристаллизации.....	169
12.2. Кристаллизация без ограничений.....	171
12.3. Неоднородная кристаллизация при истощении компонентов.....	178

Глава 3. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

13. Механические состояния кристаллических и аморфных тел.....	186
13.1. Механические состояния поликристаллов.....	186
13.2. Механические состояния металлических стекол.....	190
14. Скольжение.....	192
14.1. Структура слоя скольжения.....	193
14.2. Типы перемещений узлов и атомов в слое скольжения.....	194
14.3. Уравнения кинетики скольжения.....	198
14.4. Порог атермического скольжения.....	203
14.5. Термически активируемое скольжение.....	209
14.6. Формирование полос скольжения.....	216
14.7. Неоднородное скольжение.....	221

14.8. Высокотемпературное скольжение	222
14.9. Эффект Кайзера в поликластерном металлическом стекле	224
14.10. Усталость металлических стекол.....	228
14.11. Размерные эффекты	235
15. Диффузионно-вязкое течение поликристаллов. Консервативное течение	236
15.1. Химический потенциал атомов и вакансий	238
15.2. Уравнения консервативного течения	240
15.3. Диффузионное течение	248
15.4. Вклад сопротивления скольжению в вязкость. Уравнение механического состояния	254
16. Неконсервативное диффузионно-вязкое течение.....	257
16.1. Рост пор на межзеренных границах при диффузионно-вязком течении	258
16.2. Сегрегация примеси на границах при диффузионно-вязком течении	267
17. Диффузионно-вязкое и смешанное течение поликластера	275
18. Течение жидкости с конгломератной структурой.....	283
Приложение 1. Дислокационно разупорядоченный кристалл – частный случай поликластера	286
Приложение 2. Структурообразование при осаждении потоков быстрых частиц.....	294
Приложение 3. Теоретическая прочность и однородное скольжение в металлических стеклах: точно решаемая модель	308
П.3.1. Введение	309
П.3.2. Модель однородного скольжения в неупорядоченном атомном слое.....	313
П.3.2.1. Основное уравнение	315
П.3.2.2. Низкотемпературная прочность слоя деформации	317
П.3.2.3. Термически-активированное скольжение	321
П.3.3. Скольжение границ, дислокационноподобный край зоны скольжения и неоднородная пластическая деформация МС	325
П.3.4. Обсуждение	328
Список литературы.....	331