ОГЛАВЛЕНИЕ
Введение    9
Глава 1. Основные термины и определения    11
Вопросы для самоконтроля    25
Глава 2. Методы исследования наноматериалов    27
2.1. Зондовые методы исследования объектов и материалов    30
2.1.1. Туннельная микроскопия    31
2.1.2. Атомно-силовая микроскопия    40
2.1.3. Электросиловая и магнитно-силовая микроскопия    49
2.1.4. Наноиндентирование    51
2.1.5. Зондовые методы манипулирования молекулами и атомами    59
2.1.6. Ближнепольная оптическая микроскопия    61
2.2. Электронно-лучевые методы    66
2.2.1. Просвечивающая электронная микроскопия    66
2.2.2. Растровая электронная микроскопия    70
2.3. Ионная микроскопия    73
2.4. Рентгеновская микроскопия    74
2.5. Рентгеновская, γ-, электронная и нейтронная дифрактометрия    75
2.6. Спектрометрия    79
2.7. Интерферометрия    81
2.8. Проблемы нанометрологии, артефакты, эталоны    82
Вопросы для самоконтроля    83
Глава 3. Физико-химические основы получения наноразмерных порошков и наноструктурированных материалов    85
3.1. Размерные эффекты и их роль в процессах синтеза наноструктурированных материалов    87
3.2. Самоорганизация и взаимодействие в наноразмерных и наноструктурированных материалах    89
3.2.1. Зарождение и рост кристаллов    91
3.2.2. Испарение и конденсация    93
3.2.3. Термическое разложение    94
3.2.4. Супрамолекулярная химия    95
3.2.5. Синтез в коллоидных системах    96
3.2.6. Сверхкритическое состояние веществ    97
Вопросы для самоконтроля    99
Глава 4. Процессы изготовления наноразмерных порошков    101
4.1. Химический синтез наночастиц и их получение в коллоидных системах    102
4.2. Темплатный синтез наноразмерных порошковых материалов    106
4.3. Методы испарения и конденсации    107
4.3.1. Плазмохимический синтез кристаллических нанопорошков    116
4.3.2. Электрический взрыв металлических материалов    117
4.4. Детонационный синтез наноразмерных материалов    120
4.5. Получение нанопорошков методом термического разложения соединений    121
4.6. Получение нанопорошков методами восстановления    122
4.7. Электрохимический метод получения наночастиц    123
4.8. Механическое измельчение и механохимический синтез    123
4.9. Химическая активность нанопорошков и их влияние на живые организмы    129
Вопросы для самоконтроля    131
Глава 5. Процессы формирования консолидированных наноструктурированных материалов    133
5.1. Модифицирование расплавов наноразмерными инокуляторами    137
5.1.1. Модифицирование металлокерамических твердых сплавов наноразмерными частицами карбида вольфрама    140
5.1.2. Модифицирование полимерных и металлических материалов углеродными нанотрубками    141
5.2. Консолидация наночастиц    144
5.3. Процессы изготовления наноструктурированной керамики    149
5.4. Формирование полупроводниковых полимерных пленочных материалов с наноразмерными частицами,
выполняющими роль акцепторов    151
5.5. Электроискровое плазменное спекание наноструктурированных слоистых композиционных материалов    153
5.6. Процессы формирования нанопористых материалов    155
5.7. Процессы формирования наноструктурированных пленок и покрытий    158
5.8. Процессы формирования наноструктур в аморфных сплавах    161
5.9. Процессы деформационного формирования наноструктур    162
5.9.1. Интенсивная пластическая деформация кручением    164
5.9.2. Равноканальное угловое прессование    165
5.9.3. Винтовое прессование    170
5.9.4. Аккумулируемая прокатка соединением    170
5.9.5. Мультиосевая деформация    170
5.9.6. Деформация по схеме знакопеременного изгиба    172
5.9.7. Импульсное пластическое деформирование
поверхностных слоев материалов    172
5.9.8. Формирование наноструктур при сварке взрывом    179
Вопросы для самоконтроля    182
Глава 6. Физико-механические и функциональные свойства наноструктурированных материалов    183
6.1. Поверхности раздела в наноструктурированных материалах    184
6.1.1. Состояние границ зерен в нанокристаллических материалах    186
6.1.2. Дислокации в нанокристаллических материалах    188
6.2. Диффузионные процессы в наноматериалах    189
6.3. Неравновесное состояние наноматериалов    192
6.4. Физические свойства наноматериалов    194
6.5. Механические свойства    198
Вопросы для самоконтроля    214
Глава 7. Углеродные наноматериалы    215
7.1. Фуллерены и углеродные луковицы    215
7.2. Углеродные нанотрубки и графены    220
7.2.1. Получение углеродных нанотрубок    222
7.2.2. Строение графена и углеродных нанотрубок    227
7.2.3. Углеродная наноэлектроника    235
7.2.4. Заполнение углеродных наночастиц инородными материалами    242
7.3. Неорганические наноструктуры    248
7.4. Графен    251
7.5. Области применения углеродных наноматериалов    252
Вопросы для самоконтроля    255
Глава 8. Влияние нанотехнологий и наноматериалов на человека и окружающую среду    257
Вопросы для самоконтроля    261
Заключение    262
Библиографический список    264