

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	8
Введение	13
Глава 1. Нанообъекты и наноструктурированные материалы	28
1.1. Особенности строения наноматериалов	28
1.2. Краткая характеристика свойств нанообъектов	38
1.2.1. Графит.....	38
1.2.2. Алмаз.....	40
1.2.3. Карбин	40
1.2.4. Графен	41
1.2.5. Фуллерены и фуллереноподобные нанообъекты.....	51
1.2.6. Нанотрубки и родственные нанообъекты	71
1.2.7. Астралены	121
1.2.8. Квантовые нанообъекты	123
Глава 2. Физические принципы применения наноматериалов	133
2.1. Общие проблемы развития и внедрения наноматериалов и нанотехнологий	133
2.2. Терминология и типы наноматериалов	150
2.3. Физические принципы специфики наноматериалов	156
Глава 3. Основные технологии получения наноматериалов	170
3.1. Методы порошковой металлургии	170
3.1.1. Методы получения нанопорошков	171
3.1.2. Методы формирования изделий из нанопорошков	186
3.2. Методы с использованием аморфизации.....	191
3.3. Методы с использованием интенсивной пластической деформации	193
3.4. Методы с использованием технологий обработки поверхности	196
3.4.1. Технологии, основанные на физических процессах	198
3.4.2. Технологии, основанные на химических процессах	213
3.5. Особенности получения фуллеренов	215

Глава 4. Наноизмерения и нанометрология	218
4.1. Классификация методов наноизмерений	222
4.2. Исследование наноструктур	224
4.2.1. Электронная микроскопия	224
4.2.2. Сканирующая зондовая микроскопия	232
4.2.3. Дифракционный анализ	243
4.2.4. Спектральные методы	247
4.2.5. Прецизионная эллипсометрия	249
4.2.6. Фракционный анализ нанопорошков	251
4.2.7. Наноидентифицирование	254
4.3. Измерение наноперемещений	257
4.4. Нанометрология	264
4.4.1. Современное состояние нанометрологии	264
4.4.2. Меры длины в наноразмерном диапазоне	268
4.4.3. Меры наноперемещений	274
Глава 5. Особенности нанотехнологии конструкционных материалов	275
5.1. Общие положения	275
5.2. Влияние термообработки на создание и регулирование естественно-гетерофазных и искусственно-гетерофазных наноструктур	278
5.3. Нанотехнологии в литейном производстве	280
5.4. Термопластическая нанотехнология	283
5.5. Создание искусственно-гетерофазных наноструктур	290
5.6. Практическое применение нанотехнологий	293
5.7. Лазерная техника и нанотехнологии	297
Глава 6. Нанотехнологии и наноматериалы в металлургических процессах	308
6.1. Общая классификация углеродных материалов	308
6.2. Краткая характеристика проблем дисперсности	316
6.3. Обработка металлических расплавов дисперсными присадками	328
6.4. Плазмодурменный процесс	339
6.4.1. Стадии процесса	339
6.4.2. Кинетика нагрева добавок	342
6.4.3. Аналитическое решение задачи на основе анализа интенсивности теплообмена	346
6.4.4. Параметры реакционной зоны стационарной ванны	356
6.4.5. Параметры реакционной зоны при обработке потока расплава	358

6.4.6. Плазмодурменный процесс в условиях закрученного потока	369
6.5. Нанотехнологии в обработке металлов давлением.....	373
6.5.1. Компактирование нанопорошков прессованием	373
6.5.2. Схемы пластической деформации.....	375
6.5.3. Структурообразование при холодной интенсивной пластической деформации.....	389
6.5.4. Свойства металлов и сплавов после интенсивной пластической деформации.....	393
6.5.5. Способ «прокатка-прессование»	404
6.5.6. Способ «прессование-волочение»	409
6.5.7. Получение объемных наноматериалов методом прокатки	412
6.6. Коллоидные нанотехнологии в процессах прямого восстановления и обогащения железорудных материалов.....	414
6.7. Изменение микроструктуры и металлургические аспекты	423
6.7.1. Кристаллическая структура металлов	424
6.7.2. Некоторые особенности дисперсионного упрочнения сплавов.....	425
6.7.3. Высокопрочные низколегированные стали.....	428
6.7.4. Механическое сплавление.....	430
6.7.5. Аморфные твердые материалы и контроль кристаллизации при быстром отверждении	433
Глава 7. Наноматериалы и нанотехнологии в литейном производстве	444
7.1. Механоактивация литейных материалов.....	444
7.2. Наноматериалы в технологии литейной формы.....	452
7.3. Нанопорошки, краски и смазки.....	462
7.4. Нанопорошки в технологии изготовления литейных стержней	469
7.5. Модифицирование литейных сплавов с применением наносодержащих добавок.....	474
7.6. Влияние добавок фуллеренсодержащей сажи на структуру сплава Al-Cu-C.....	479
7.7. Наноструктурированные лигатуры Me-C _x	483
7.8. Противоприварные покрытия	491
7.9. Наномодифицирование алюминиевых сплавов.....	492
7.10. Обородование, технологии получения и использования наноструктурированных материалов	504
7.11. Применение нанопорошков в литейном производстве.....	512
7.12. О возможности легирования поверхности отливок нанопорошками.....	515
7.13. Наноструктурные процессы плавки и литья эвтектического силумина	520

7.14. Фуллерены и перспективы их использования в литейном и металлургическом производстве	526
7.15. Модифицирование литейных сплавов наноструктурными материалами	530
7.16. Наноматериалы в технологии получения жидкостекольных смесей	535
7.17. Модифицирование наноструктурированных материалов	539
Глава 8. Наноматериалы и нанотехнологии в соединительных технологиях	543
8.1. Общая характеристика процессов	543
8.2. Некоторые особенности лазерной сварки	556
8.3. Применение нанотехнологий при сварке давлением	559
8.4. Применение нанотехнологий в контактной сварке и других областях сварочного производства	564
8.5. Другие проекты	567
8.5.1. Наномодифицирование в процессах сварки и наплавки ...	567
8.5.2. Наноматериалы для применения в сварочном производстве	571
8.5.3. Диффузионная пайка коррозионно-стойких сталей быстрозакаленными припоями на основе никеля	575
8.5.4. Применение наноструктурированных материалов в технологии соединений (микросистемная техника)	576
8.5.5. Структурные и электрохимические характеристики пористых свинцовых электродов с добавкой наноструктурированного углерода	581
8.5.6. Способы модифицирования наплавленного металла наноструктурированными порошками для увеличения долговечности и эксплуатационной надежности деталей горно-шахтного оборудования	589
Глава 9. Основы наноразмерной обработки деталей машин и оборудования	593
9.1. Формирование поверхностного слоя	593
9.2. Нанотехнология абразивной обработки	607
9.3. Технология нанолезвийной обработки	646
9.4. Электрофизические методы обработки	660
9.5. Нанообработка в производстве изделий	667
Глава 10. Перспективные наноматериалы конструкционного назначения	678
10.1. Концептуальные проблемы	678
10.1.1. Покрытия и тонкие пленки	679

10.1.2. Объемные материалы	684
10.1.3. Другие наноструктурные материалы для конструкци- онных применений	688
10.2. Поверхностная упрочняющая обработка	693
10.3. Основные свойства конструкционных материалов.....	698
10.3.1. Нанокристаллические структуры	698
10.3.2. Наноиндентирование и микротвердость	705
10.4. Перспективные материалы	709
10.4.1. Конвергенция наук и технологий, формирование но- вой ноосферы.....	709
10.4.2. Некоторые интересные достижения мировой науки и техники	722
10.4.3. Тенденции и перспективы использования наномате- риалов.....	730
Глава 11. Фуллеренсодержащие фазы в железоуглеродистых сплавах	732
11.1. Общие проблемы фуллеренов.....	732
11.2. Образование фуллеренов в углеродистых сталях и чугунах при кристаллизации и термическом воздействии	738
11.3. Методика выделения и идентификации фуллеренов	748
11.4. Механизмы появления фуллеренов	762
11.5. Другая методика идентификации фуллеренов.....	770
Глава 12. Наноматериалы, человек и безопасность	775
12.1. Общая характеристика экобезопасности наноматериалов.....	775
12.2. Правила безопасности при работе с наноматериалами.....	789
12.3. Новые технологии – новые опасности	794
12.4. Различные факторы, определяющие влияние наночастиц на окружающую среду	798
Список использованных источников	806