



Алексеев С.В., Таубин М.А.,
Ясколко А.А.

Нанокompозиты в рентгеновской технике



С.В. Алексеев, М.Л. Таубин, А.А. Ясколко

Нанокompозиты в рентгеновской технике

ТЕХНОСФЕРА

Москва

2014

УДК 620.3 + 622.386

ББК 22.3 + 32.995

A47

A47 Алексеев С.В., Таубин М.Л., Ясколко А.А.

Нанокompозиты в рентгеновской технике

Москва: Техносфера, 2014. – 208 с., ISBN 978-5-94836-379-0

В книге рассмотрены физические принципы генерации рентгеновского излучения при взаимодействии пучка электронов с поверхностью металла. Обсуждается принципиальная возможность снижения температуры эксплуатации рентгеновских систем путем использования углеродных нанотрубок для эмиттеров и повышения эксплуатационных характеристик рентгеновских трубок использованием моно- и наноструктурных материалов. Представлено математическое моделирование структурной стабильности наноматериалов с использованием методов механики сплошной среды. Затронуты технологические аспекты получения наноструктурных материалов применительно к условиям работы рентгеновских трубок. Даны практические рекомендации по изменению конструктивной схемы существующих рентгеновских источников за счет использования наноматериалов. Содержание монографии представляет несомненный интерес для специалистов в приграничной области между нанотехнологией и рентгеновской техникой. Студенты, аспиранты и преподаватели соответствующих дисциплин могут воспользоваться конкретными научными результатами, а также методическим подходом при решении практических задач.

УДК 620.3 + 622.386

ББК 22.3 + 32.995

© 2014, Алексеев С.В., Таубин М.Л., Ясколко А.А.

© 2014, ЗАО «РИЦ «ТЕХНОСФЕРА», оригинал-макет, оформление

ISBN 978-5-94836-379-0

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Литература	14
Глава 1. Физическая природа рентгеновского излучения	16
1.1. Спектры рентгеновского излучения	16
1.2. Поглощение и рассеяние рентгеновского излучения	19
1.3. Фотоэффект и термоэлектронная эмиссия	20
1.4. Тормозное излучение с учетом каналирования электронов	23
1.5. Физические основы тепловых и термоупругих процессов при взаимодействии электронов с поверхностью металла	25
Литература	29
Глава 2. Математическое моделирование структурной стабильности наноматериалов	30
2.1. Структурные дефекты наноматериалов	30
2.2. Физические основы структурной нестабильности наноматериалов	38
2.3. Внутренние напряжения в окрестности структурных дефектов наноматериалов	45
2.4. Фазовые превращения в окрестности стереодислокаций	49
2.5. Фазовые превращения в окрестности нанокристаллов с пентагональной симметрией	57
2.6. Водородное охрупчивание и разрушение наноматериалов	65
Литература	74
Глава 3. Нанотехнологии и наноматериалы: история, классификация, состояние и перспектива	77
3.1. Основные понятия и определения	77
3.2. История развития нанонауки и нанотехнологий	82
3.3. Классификация наноматериалов и нанотехнологий	91
3.4. Свойства наноматериалов и направления их использования	93
3.5. Научные основы нанотехнологий	95
Литература	101
Глава 4. Технологии получения наноматериалов применительно к их использованию в рентгеновской технике	102
4.1. Обзор перспективных технологических направлений получения конструкционных наноматериалов	102
4.2. Методы порошковой металлургии при получении наноматериалов	113

4.3. Технология интенсивной пластической деформации	122
4.4. Термическая плазма в нанотехнологиях	126
Литература	129
Глава 5. Углеродные нанокompозиты — перспективные материалы для катодов и анодов рентгеновских трубок	131
5.1. Технология изготовления углеродного нанокompозита	131
5.2. Углерод-углеродный нанокompозит	137
5.3. Углеродные нанотрубки	138
5.4. Получение углеродных нанотрубок	142
5.5. Свойства углеродных нанотрубок применительно к их использованию в рентгеновских трубках	145
Литература	152
Глава 6. Перспективы использования наноматериалов в рентгеновской технике	154
6.1. Микрофокусная рентгенография в медицинских исследованиях	154
6.2. Нанофокусные рентгеновские источники	158
6.3. Катоды рентгеновских систем на основе углеродных нанотрубок	169
6.4. Рентгеновская трубка с катодом из углеродных нанотрубок и рекордным размером фокусного пятна	174
6.5. Сверхминиатюрная рентгеновская трубка с катодом из углеродных нанотрубок	176
6.6. Рентгеновские источники стационарного сканирования с «холодными» эмиттерами на основе углеродных нанотрубок	179
6.7. Моно- и нанокристаллы в рентгеновской технике	183
Литература	199
Заключение	202