

УДК 621.771/620.18
ББК 34.39
Р 83

Рецензенты:

академик РАН *Ю.С.Васильев*,
д-р хим. наук, проф. СПбГПУ *С.Е.Александров*

Рудской А.И. Нанотехнологии в металлургии.— СПб.: Наука,
2007.— 186 с.
ISBN 978-5-02-025312-4

В книге рассмотрены технологические особенности получения нанопорошков с использованием различных нанотехнологий, в частности, газофазный синтез наноразмерных частиц для получения однокомпонентных нанопорошков, легированных металлических нанопорошков, карбидных и оксидных наночастиц, применение метода термического разложения солей для получения нанопорошков на основе дисперсно-упрочненных сплавов $\text{Cu-Al}_2\text{O}_3$ и на основе вольфрама, а также получение наноразмерных порошков путем диспергирования.

Рассмотрены проблемы и технологические решения при реализации процесса РКУ-прессования. С использованием методов математического моделирования исследовано влияние основных технологических параметров процесса (геометрии канала и условий контактного трения) на распределение деформаций в заготовке и однородность структуры металла. Рассмотрены технологические условия получения субмелкозернистых и наноструктурных материалов на основе алюминия.

Для инженерно-технических и научных работников, занимающихся проблемами нанотехнологий в металлургии с использованием методов интенсивной пластической деформации и порошковой металлургии.

ISBN 978-5-02-025312-4

© Рудской А.И., 2007
© СПбГПУ, 2007
© Издательство «Наука», 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Технологические особенности получения нанопорошков	9
1.1. Газофазный синтез наноразмерных частиц	10
1.1.1. Однокомпонентные наночастицы (Fe, Ni, W)	13
1.1.2. Легированные металлические наночастицы (Fe-Co, Ni-Cu)	28
1.1.3. Карбидные частицы, полученные путем реакции с атмосферой несущего газа	33
1.2. Метод термического разложения солей	39
1.2.1. Получение дисперсно-упрочненных сплавов Cu-Al ₂ O ₃	40
1.2.2. Нанопорошковый сплав WC-10Co	43
1.3. Получение наноразмерных порошков путем диспергирования	45
2. Структура и свойства нанопорошков, особенности их компактирования	49
2.1. Магнитные свойства наночастиц на основе железа	49
2.2. Особенности компактирования наноструктурированных материалов методами порошковой металлургии	61
2.2.1. Компактирование неагломерированных нанопорошков	61
2.2.2. Компактирование сплавов Cu-Al ₂ O ₃	67
2.2.3. Особенности процесса спекания и механические свойства сплавов WC-Co	72
3. Нанотехнологические аспекты металлических материалов в условиях интенсивной пластической деформации	77
3.1. Структура и механические свойства	77
3.1.1. Чистые металлы	77

3.1.2. Стали и сплавы	79
3.2. Основные методы интенсивной пластической деформации ...	83
3.2.1. Деформация кручением под высоким давлением	90
3.2.2. Всесторонняя ковка	94
3.2.3. Пакетная прокатка в режимах термомеханической обработки	95
3.2.4. Технологические процессы изготовления сверхтонких (5–30 мкм) вакуумноплотных фольг и пленок	100
3.2.5. РКУ-прессование как метод получения объемных СМК- и НК-материалов	105
4. Исследование механики процесса получения ультрамелкозернистых металлических материалов в условиях равноканального углового прессования	113
4.1. Конечно-элементный анализ механики РКУ-прессования ...	113
4.1.1. Влияние геометрии канала	114
4.2. Влияние контактного трения	140
4.2.1. Установившаяся стадия процесса	142
4.2.2. Оценка неравномерности деформированного состояния ...	151
4.2.3. Сравнительный анализ результатов численного моделирования	154
4.3. Расчетно-экспериментальное исследование процесса РКУ-прессования	155
4.3.1. Инструмент для РКУ-прессования	156
4.3.2. Материал для РКУ-прессования	157
4.3.3. Анализ кинематики течения материала в канале (экспе- риментальные исследования влияния различных смазок на кинематику течения металла при РКУ-прессовании)	158
4.3.4. Энергосиловые параметры	165
4.3.5. Анализ деформированного состояния. Эксперименталь- ные исследования деформированного состояния металла при РКУ-прессовании	169
4.3.6. Исследование структуры и свойств металла после РКУ-прессования	172
Библиографический список	178