

539.2
0-53



Г.С. ОЛЕЙНИК

**СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ
КЕРАМИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ**

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
ИМ. И. Н. ФРАНЦЕВИЧА

Г. С. ОЛЕЙНИК

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

*ПРОЕКТ
«НАУКОВА КНИГА»*

КИЕВ • НАУКОВА ДУМКА • 2018

УДК 539.2.669.017

В монографии приведены обобщенные результаты исследований автора, а также результаты анализа литературных данных по основным проблемам структурообразования керамических материалов, получаемых главным образом на основе неоксидных веществ с ковалентным и ионно-ковалентным типами химической связи. Исходя из этих результатов, предложены концепция и алгоритм микроструктурного проектирования керамических материалов. Рассмотрены структурные механизмы развития фундаментальных твердотельных превращений (пластическая деформация, полиморфные и политипные превращения, рекристаллизация) при формировании микроструктуры керамических материалов.

Для специалистов в области материаловедения керамик, а также для преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений соответствующих специальностей.

У монографії наведено узагальнені результати досліджень автора, а також результати аналізу літературних даних з основних проблем структуроутворення керамічних матеріалів, які отримують головним чином на основі неоксидних речовин з ковалентним та іонно-ковалентним типами хімічного зв'язку. Виходячи з цих результатів, запропоновано концепцію та алгоритм микроструктурного проектування керамічних матеріалів. Розглянуто структурні механізми розвитку фундаментальних твердотільних перетворень (пластична деформація, поліморфні та політипні перетворення, рекристалізація) при формуванні микроструктури керамічних матеріалів.

Для фахівців у галузі матеріалознавства керамік, а також для викладачів, аспірантів і студентів вишів відповідних спеціальностей.

Рецензенты :

член-корреспондент НАН Украины О. Н. ГРИГОРЬЕВ,
доктор физико-математических наук, профессор Т. Е. КОНСТАНТИНОВА

*Утверждено к печати ученым советом
Института проблем материаловедения им. И. Н. Францевича НАН Украины
(протокол № 8 от 27.09.2016 г.)*

*Видання здійснено за кошти Цільової комплексної програми
«Створення та розвиток науково-видавничого комплексу
НАН України»*

Научно-издательский отдел физико-математической
и технической литературы

Редактор *В. В. Вероцкая*

© Г. С. Олейник, 2018

© НПП «Видавництво “Наукова думка” НАН
України», дизайн, 2018

ISBN 978-966-00-1632-3

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Г Л А В А 1. КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.....	7
1.1. Исследования проектирования новых веществ и материалов.....	7
1.2. Обоснование нового подхода к проектированию керамических материалов с целевыми микроструктурами	9
1.3. Критерии систематизации данных о процессах и механизмах структурообразования.....	14
1.4. Составление карт аттестации микроструктур	16
1.5. Основные принципы концепции микроструктурного проектирования материалов	18
1.6. Алгоритм проектирования материала с целевой микроструктурой	24
Г Л А В А 2. ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ.....	30
2.1. Решеточная деформация.....	31
2.2. Кооперативная пластичность	36
2.3. Пластическая фрагментация кристаллов	36
2.4. Структурные особенности деформации	38
2.5. Структурные превращения при деформации кристаллов (зерен) алмаза и алмазоподобных фаз в условиях спекания поликристаллических материалов при высоких давлениях и температурах.....	45
2.6. К аналогии пластической деформации керамических материалов и металлов	63
Г Л А В А 3. ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В КЕРАМИКАХ.....	67
3.1. Характеристики фаз и механизмы фазовых превращений	67
3.2. Роль фазовых превращений в структурообразовании керамических материалов	79
Г Л А В А 4. ПОЛИТИПНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВАХ ...	85
4.1. Политипизм как структурное состояние твердого тела	85
4.2. Политипизм в неметаллических кристаллах.....	88
4.2.1. Вещества с решеткой алмаза и алмазоподобными решетками типа вюртцита и сфалерита	89
4.2.2. Политипизм в системах на основе нитрида алюминия	96
4.3. Практический аспект политипизма.....	127
Г Л А В А 5. РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	133
5.1. Первичная рекристаллизация	133
5.2. Собирательная рекристаллизация.....	157
Г Л А В А 6. ЗЕРЕННАЯ СТРУКТУРА КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	180
6.1. Классификация зеренной структуры.....	181
6.2. Два подхода к формированию мелкозернистой микроструктуры при спекании материалов	183
6.3. Фрагментация частиц (зерен) при спекании керамических материалов	192

Оглавление

6.4. Аномальный рост зерен	204
6.5. Микроструктурные типы высокопрочных керамических материалов.....	207
Г Л А В А 7. САМОАРМИРОВАННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ	210
7.1. Самоармированные материалы на основе неметаллических веществ: получение и механические свойства	216
7.2. Классификация самоармированных керамик.....	226
Г Л А В А 8. РОЛЬ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ В ПРАКТИЧЕСКОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ КЕРАМИК	233
8.1. Синтез новых фаз.....	234
8.2. Структурные особенности порошков плотных фаз углерода и нитрида бора, получаемых при высоких давлениях	239
8.3. Формирование твердого раствора с алмазоподобной решеткой в системе элементов В—N—С	250
8.4. Получение объемных монофазных сверхтвердых материалов	259
8.5. Высокие давления как способ силовой нагрузки для исследования процессов и структурных механизмов пластической деформации керамических материалов	262
8.6. Композиты на основе алмаза и плотных фаз нитрида бора	263
Г Л А В А 9. ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ФРАКТОГРАФИИ ПО РЕПЛИКАМ В СТРУКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	266
9.1. Методология исследований методом ЭМФ по репликам с извлеченными тонкими откольными частицами.....	267
9.2. Механизмы формирования микроструктур разрушения	271
9.3. Применение электронной микрофрактографии в исследованиях механизмов структурообразования керамических материалов	295
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	303