



ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис,
В.В. Полисадова, А.П. Зыкова**

ЭФФЕКТЫ МОЩНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА НАНОМАТЕРИАЛОВ



ИННОВАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

УДК 620.3(075.8)
ББК 30.3–3'3,1я73
Х24

Хасанов О.Л.

Х24

Эффекты мощного ультразвукового воздействия на структуру и свойства наноматериалов: учебное пособие / О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис, В.В. Полисадова, А.П. Зыкова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 148 с.

В предлагаемом учебном пособии излагаются результаты исследования физико-механических свойств керамик, изготовленных из нанопорошков соответствующих составов методом сухого одноосного прессования при одновременном воздействии ультразвука, приведены результаты исследований распределения зерен и пор по размерам, плотности, микротвердости, трещиностойкости и других характеристик полученных керамик.

Разработано в рамках реализации Инновационной образовательной программы ТПУ по направлению «Материаловедение, наноматериалы и нанотехнологии» и предназначено для магистрантов, специалистов в области технологии конструкционной и функциональной керамики.

УДК 620.3(075.8)
ББК 30.3–3'3,1я73

Рецензенты

Доктор физико-математических наук, профессор ТУСУРа

С.Г. Еханин

Доктор технических наук, профессор ТУСУРа

Г.В. Смирнов

© Хасанов О.Л., Двилис Э.С.,
Полисадова В.В., Зыкова А.П., 2009
© Томский политехнический университет, 2009
© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2009

ОГЛАВЛЕНИЕ

Условные обозначения	5
Введение	6
Глава 1. Особенности воздействия ультразвука на твердофазные системы.....	10
1.1. Влияние ультразвукового воздействия на твердофазный синтез.....	10
1.2. Влияние ультразвукового воздействия на дислокационную структуру кристалла	17
1.3. Механизм разрушения хрупких и пластичных материалов при ультразвуковом воздействии	20
1.3.1. Механизм хрупкого разрушения.....	21
1.3.2. Механизм хрупко-пластичного разрушения.....	22
1.4. Акустопластический эффект при пластической деформации с наложением ультразвука	24
1.5. Влияние кавитационного ультразвукового воздействия на диспергирование порошковых материалов.....	28
Глава 2. Эффекты активации наноструктурных порошков мощным ультразвуковым воздействием.....	33
2.1. Влияние предварительной ультразвуковой обработки на технологические свойства порошков.....	33
2.2. Некавитационная УЗ-активация нанопорошков ZrO_2 –5%вес. Y_2O_3 , Al_2O_3	44
2.3. Особенности структуры наночастиц, активированных мощным ультразвуковым воздействием	55
2.4. Воздействие ультразвука на распределение элементов в наночастицах	60
Глава 3. Влияние ультразвукового воздействия при компактировании порошков на свойства спеченных керамик	65
3.1. Разработка ультразвуковых пресс-форм для сухого прессования нанопорошков	66
3.1.1. Конструкции ультразвуковых пресс-форм с радиально-подведёнными колебаниями	67
3.1.2. Конструкции ультразвуковых пресс-форм с продольно-подведёнными колебаниями.....	68
3.2. Распространение ультразвука в среде нанопорошков переменной плотности.....	71
3.3. Влияние УЗ-компактирования нанопорошка состава ZrO_2 –5%вес. Y_2O_3 на микроструктуру циркониевой керамики	74

3.3.1. Структурно-масштабная иерархия нанокерамики Y-TЦП.....	78
3.3.1.1. Анализ фазового состава нанокерамики Y-TЦП методами ПЭМ.....	84
3.3.1.2. Дефектная субструктура нанокерамики Y-TЦП	84
3.3.1.3. Исследования микроструктуры нанокерамики Y-TЦП методами АСМ	87
3.4. Свойства циркониевой керамики, изготовленной с применением УЗ-компактирования и спеченной в вакууме	91
3.5. Влияние УЗ-прессования нанопорошков YSZ на твёрдость, прочность и ударную вязкость керамики.....	104
3.6. УЗ-компактирование пьезокерамики Pb(Zr,Ti)O ₃	109
3.6.1. УЗ-компактирование порошка Pb(Zr,Ti)O ₃ и качество спечённой керамики	110
3.6.2. УЗ-компактирование стандартного порошка ЦТС-19 и свойства спечённой пьезокерамики	114
3.7. Оптическая Nd ³⁺ Y ₂ O ₃ керамика из нанопорошков, спрессованных статическим давлением с ультразвуковым воздействием.....	122
3.8. Классификация эффектов УЗ-воздействия на компактируемые порошки	130
Заключение	135
Список литературы	137