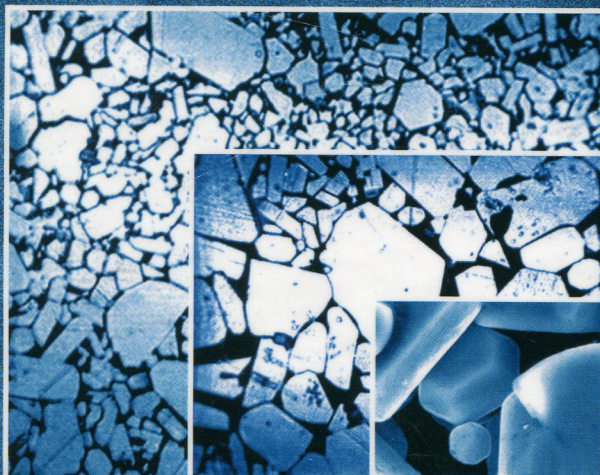


Российская академия наук
Уральское отделение
Коми научный центр
Институт химии

Б.А.Голдин, Ю.И.Рябков, П.В.Истомин

ПЕТРОГЕНЕТИКА

ПОРОШКОВ, КЕРАМИКИ И КОМПОЗИТОВ



Сыктывкар
2006

Российская академия наук
Уральское отделение
Коми научный центр
Институт химии

Б.А.Голдин, Ю.И.Рябков, П.В.Истомин

**ПЕТРОГЕНЕТИКА ПОРОШКОВ,
КЕРАМИКИ И КОМПОЗИТОВ**

Ответственный редактор
академик РАН Г.П.Швейкин

Сыктывкар 2006

ПРОВЕРЕНО 2013

Б.А.Голдин, Ю.И.Рябков, П.В.Истомин. Петрогенетика порошков, керамики и композитов. – Сыктывкар, 2006. – 276 с. (Коми научный центр УрО РАН).

Проанализирована роль кристаллизационного и внутреннего давления, возникающего в закрытых порах в процессе формирования керамического тела. Приводятся диаграммы состояния оксидных и бескислородных систем как основа направленного синтеза, обобщены результаты теоретических и прикладных исследований по получению новых перспективных неорганических материалов: порошков, керамики и композитов конструкционного и функционального назначения с использованием природного сырья – бокситов, кварц-рутилового лейкоксена, жадеитов, шпинелидов, муассанита, флюорита, каолинитов, фарфоровых камней, а также продуктов их переработки и модельных составов. Проведенные авторами исследования ориентированы на решение новых задач в производстве высокоэффективных суперматериалов.

The role of crystal and internal closed pore pressure in ceramic body formation process was shown at first. The monograph is provided with oxide and nonoxide system phase diagrams as the base of directional synthesis. There are some new theoretical and experimental data on inorganic materials on the base of bauxites, zhadeites, moissonite, shpineloides, fluorite, kaolinite, porcelaine stones and titanium containing raw materials of Komi Republic.

Рецензенты:

член-корреспондент РАН А.М.Асхабов,
д.х.н. М.А.Рязанов

ISBN 5-89606-256-7

© Коми научный центр УрО РАН, 2006
© Б.А.Голдин, Ю.И.Рябков, П.В.Истомин, 2006

Оглавление

От рецензента	3
Предисловие	5
Часть I. Основные принципы фазообразования керамики	7
Глава 1. Введение в проблему	8
1.1. Роль жидкой фазы и внутреннего (порового) давления в процессе формирования керамического тела	9
1.2. Кристаллизационное давление	13
1.3. Процессы кристаллизации. Основные понятия и характеристики	14
1.4. Влияние примесей на процессы фазообразования. Концентрационное переохлаждение расплава	17
1.5. Вязкость. Факторы, влияющие на вязкость жидких (расплавов) и твердых фаз	19
1.6. Дефектность кристаллических фаз в керамике	22
1.7. Полиморфизм	25
1.8. Изоструктурность и структурные типы	35
1.9. Изоморфизм, твердые растворы. Роль кристаллохимического синтеза как основы керамического материаловедения	41
Глава 2. Диаграммы состояния сложных систем (оксидных, оксикарбидных и карбидных) – основа для направленного синтеза керамических и композиционных материалов	48
2.1. Термодинамика и условия равновесия гетерогенной системы	48
2.2. Фазовые равновесия и превращения	50
2.3. Химические системы и диаграммы состояния, лежащие в основе процессов переработки минерального сырья	51
2.3.1. Оксидные системы	51
2.3.1.1. Бинарная система $Si - O$	51
2.3.1.2. Бинарная система $Ti - O$	57
2.3.1.3. Бинарная система $Al - O$	64
2.3.1.4. Система $SiO_2 - Al_2O_3$	66
2.3.1.5. Система $Si - Ti - O$	73
2.3.1.6. Система $MgO - SiO_2$	75
2.3.1.7. Системы $CaO - MgO - SiO_2$ и $Mg_2SiO_4 - Ca MgSiO_4 - SiO_2$	75
2.3.1.8. Система $K_2O - Al_2O_3 - SiO_2$	78
2.3.1.9. Система $Na_2O - Al_2O_3 - SiO_2$	79
2.3.1.10. Система $MnO - Al_2O_3 - SiO_2$	80
2.3.1.11. Система $MnO - FeO - TiO_2$	82
2.3.1.12. Система $MnO - FeO - SiO_2$	83

2.3.1.13. Система $MgO - Al_2O_3 - TiO_2$	83
2.3.1.14. Система $CaO - Al_2O_3 - TiO_2$	85
2.3.2. Карбидные и оксикарбидные системы.....	85
2.3.2.1. Бинарная система $Si - C$	85
2.3.2.2. Бинарная система $Ti - C$	88
2.3.2.3. Бинарная система $Al - C$	89
2.3.2.4. Тройная система $Ti - Si - C$	91
2.3.2.5. Система $Al - Si - C$	99
2.3.2.6. Тройная система $Si - O - C$	100
2.3.2.7. Тройная система $Ti - O - C$	103
2.3.2.8. Тройная система $Al - O - C$	103
2.3.3. Сложные системы с минерализаторами.....	114
2.3.3.1. Система $B_2O_3 - MgO - SiO_2$	115
2.3.3.2. Система $Al_2O_3 - B_2O_3 - SiO_2$	116
2.3.3.3. Система $Na_2O - B_2O_3 - SiO_2$	117
2.3.3.4. Система $Li_2O - B_2O_3 - SiO_2$	117
2.3.3.5. Система $Li_2O - Al_2O_3 - SiO_2$	118
2.4. Внутреннее давление и его влияние на субсолидусные превращения в процессе обжига.....	120
Глава 3. Влияние изотропных фаз на упругие свойства керамического материала (фазовая изотропия).....	126
3.1. Вязкость керамики.....	126
3.1.1. Упругие свойства керамики.....	126
3.1.2. Трещиностойкость.....	127
3.2. Напряженное состояние и фазовый состав керамики.....	130
3.2.1. Анализ напряженного состояния керамических фаз.....	130
3.2.2. Рентгеноаморфные материалы и стеклофаза.....	134
3.2.3. Шпинельная фаза.....	137
3.2.4. Гранаты.....	140
3.3. Распределение упрочняющих изотропных фаз в объеме материала.....	142
3.4. Пластическая деформация скольжения и разрушение изотропной фазы.....	144
Часть II. Порошки, керамика и композиционные материалы.....	147
Глава 4. Керамические материалы на основе маложелезистых бокситов.....	150
4.1. Минеральный и химический составы огнеупорных бокситов Среднего Тимана.....	150
4.1.1. Минеральный состав бокситов.....	150
4.1.2. Химический состав бокситов.....	151
4.1.3. Получение порошков.....	153

4.2. Исследование влияния химического состава шихты на процессы фазообразования и формирования микроструктуры керамики в системе природный боксит – добавка	156
4.2.1. Добавка SiO_2	157
4.2.2. Добавка TiO_2	158
4.2.3. Добавки-ингибиторы роста зерна керамики.....	158
4.2.4. Щелочные оксиды.....	159
4.2.5. Исследование фазообразования при термообработке маложелезистых огнеупорных бокситов (содержащих природные добавки).....	159
4.2.6. Изучение фазообразования в системах боксит – полиминеральные добавки.....	161
4.2.6.1. <i>Исследование физико-механических свойств и фазового состава керамики, полученной из смеси боксита и жадеита (система боксит – жадеит)</i>	161
4.2.6.2. <i>Корундовая керамика, полученная в системе боксит – фториды кальция и магния</i>	164
4.3. Формирование микроструктуры керамики из бокситов..	167
4.3.1. Трещиностойкая керамика из бокситов	174
4.3.2. Определение трещиностойкости керамики методом индентирования	181
4.3.3. Электропроводящая корундовая керамика.....	182
4.4. Спецкерамика. Бронева керамика на основе продуктов переработки бокситов.....	186
Глава 5. Фарфоровая (алюмосиликатная) керамика	192
5.1. Фарфоровые камни – алюмосиликатное сырье.....	192
5.1.1. Сравнительные физико-химические характеристики спекания керамики. Кинетика спекания	196
5.2. Керамика на основе анальцимсодержащих пород	201
Глава 6. Форстеритовая (магнийсиликатная) керамика	206
6.1. Особенности форстеритовой керамики	207
6.2. Синтез форстерита из природных серпентинитов в производственных условиях	213
6.3. Создание ударовязкого (высокопрочного) диэлектрического композиционного материала методом упрочнения пористой керамики в гидротермальных условиях	215
Глава 7. Оксиднокарбидная керамика на основе соединений титана и кремния	217

7.1. Особенности минерального и химического составов лейкоксенов Ярегского нефтетитанового месторождения	217
7.2. Карботермическое восстановление лейкоксенового концентрата в вакууме	219
7.2.1. Особенности процесса вакуумно-карботермического восстановления ЛК. Получение порошков	220
7.2.2. Основные закономерности фазообразования при карботермическом восстановлении ЛК	220
7.2.3. Термодинамика фазовых превращений при карботермическом восстановлении ЛК	230
7.2.4. Особенности структурообразования фаз TiC и Ti ₃ SiC ₂	236
7.3. Керамика на основе продуктов карботермического восстановления и ее петрографические исследования	240
7.3.1. Петрография керамики	240
7.3.2. Электрические свойства	248
7.4. Муассанитовая (карбидокремниевая) керамика	251
Глава 8. Пьезоэлектрические кварцевые (стекольные) пески	253
Заключение	256
Литература	258