

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины

Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»

**ЗОЛЬ-ГЕЛЬ КОМПОЗИЦИИ
ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО
НАЗНАЧЕНИЯ**

Под редакцией доктора технических
наук, профессора Г. Д. Семченко

**Харьков
«Радуга»
2011**

УДК 666.76:541.182.642

ББК 35.41

С 30

Рецензенты:

Я. И. Белый, д-р. техн. наук, профессор
УГХТУ (г. Днепропетровск);

Н. Г. Илюха, д-р. техн. наук, профессор УИПА (г. Харьков);

Авторы:

Г. Д. Семченко, И. Ю. Шутеева,

А. Н. Бутенко, О. Н. Борисенко,

Е. Е. Старолат, В. Н. Николаенко, В. В. Повшук

С 30 Золь-гель композиции полифункционального назначения.

Г. Д. Семченко, И. Ю. Шутеева, А. Н. Бутенко и др.;

под ред. Г.Д. Семченко,- Харьков: «Радуга», 2011. - 240 с. -
на рус. яз.

ISBN 978-966-2209-16-7

В монографии приведена общая характеристика золь-гель процесса, перспективы его использования в различных областях науки и техники, в том числе в керамическом производстве, освещены вопросы гидролиза тетраэтоксисилана и физико-химические процессы, происходящие при гидролизе и при поликонденсации продуктов гидролиза, а также при термообработке геля, приводящие к получению чистых оксидных порошков и к синтезу бескислородных тугоплавких соединений. Детально рассмотрены вопросы получения из золь-гель композиций ультрадисперсных порошков, алюмосиликатного носителя серебряного катализатора для синтеза метанола, получение золь-гель композиций, которые используются в качестве связующих при производстве изделий сложной конфигурации на основе различных наполнителей, применение их в качестве прекурсора компонентов, необходимых для синтеза карбида кремния, наночастиц и нановолокон бескислородных соединений и т.д.

Для научных и научно-технических работников, студентов и аспирантов.

Илл. 110. Табл. 28. Библиогр. найм. 293.

ББК 35.41

ISBN 978-966-2209-16-7

© Коллектив авторов, 2011
О Г. Д. Семченко, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
Введение.....	4
Глава 1. Золь-гель метод, перспективы его использования в нанотехнологиях, в технологии керамики и огнеупоров.....	6
1.1. Золь-гель метод, его достоинства и недостатки, полифункциональное назначение золь-гель композиций.....	6
1.2. Гели из полимерного и коллоидного золя.....	12
1.3. Особенности получения однородных золь-гель композиций и многокомпонентных порошков.....	14
1.4. Технология многокомпонентных стекол и порошков.....	16
1.5. Алкоксидно-солевой метод получения многокомпонентных порошков.....	17
1.6. Получение связующих композиций золь-гель методом.....	18
1.7. Синтез армирующих фаз в керамических матрицах литых изделий сложной конфигурации.....	20
Глава 2. Исследование гидролиза ЭТС и ТЭОС без органических растворителей, продуктов гидролиза и их поликонденсации.....	22
2.1. Исследование влияния технологических факторов на кинетику реакции гидролиза ЭТС-32 без органических растворителей.....	22
2.2. Процесс наполнения углеродсодержащим компонентом гелевой кластерной системы, образованной из продуктов гидролиза этилсиликата большим количеством воды.....	32
2.3. Исследование влияния состава золь-гель композиций на технологические свойства пропшчвающих суспензий для углеродных огнеупорных изделий.....	40
2.4. Кинетика гидролиза и живучесть комбинированных связующих ЭТС-коллаген- H_2O - HCl	44
Глава 3. Физико-химические исследования гелей, полученных гидролизом тетраэтоксисилана или его производных промышленного производства.....	48
3.1. Исследование превращений алкоида кремния и этилсиликата ЭТС-32 и гелей на его основе под воздействием стерических факторов.....	62
3.2. Физико-химические процессы при термообработке модифицированных гелей.....	74
Глава 4. Использование алкоксида кремния для синтеза бескислородных соединений.....	84
4.1. Использование золь-гель процесса для создания нанореакторов для синтеза наноразмерных бескислородных соединений.....	84

4.2. Роль органо-неорганических комплексов в создании наноматериалов.....	89
4.2.1. Создание периклазоуглеродистых огнеупоров на нанопропрочненной углеродистой связке.....	90
4.3. Образование нитевидных кристаллов.....	93
4.3.1. Синтез нитевидных кристаллов SiC и Si ₃ N ₄ при термообработке гелей.....	96
Глава 5. Синтез научных идей и технологий.....	99
5.1. Способ защиты углеродистых изделий от окисления пропиткой в золь-гель композициях.....	99
5.1.1. Этилсиликат, золь-гель композиции на его основе.....	99
5.1.2. Разработка технологических параметров пропитки и обжига пропитанных углеродистых изделий	
5.1.3. Исследование процесса окисления углеродистых образцов после пропитки в золь-гель композициях.....	101
5.1.4. Влияние углеродного источника на синтез новообразований в углеродистой матрице на этилсиликатной связке.....	107
5.2. Синтез ультрадисперсных порошков системы Al ₂ O ₃ - MgO - SiO ₂	111
5.2.1. Синтез кордиеритовых порошков алкоксидно-солевым методом.....	111
5.2.2. Исследование процесса синтеза кордиерита при термообработке гетерофазных гелей методом РФА.....	114
5.2.3. Синтез кордиерита золь-гель методом.....	114
5.3. Синтез бескислородных соединений при термообработке гелей.....	119
5.3.1. Образование углеродной системы и низкотемпературный синтез карбида кремния при термообработке гелей из гидролизованного этилсиликата.....	119
5.3.2. Создание трещиностойкой карбидкремниевой керамики.....	125
5.3.2.1. Влияние золь-гель композиции на структуру и свойства горячепрессованной карбидкремниевой керамики из модифицированных порошков.....	126
5.3.2.2. Влияние использованных элементов золь-гель процесса на структуру и трещиностойкость карбидкремниевой керамики.....	127
5.3.3. Создание нанопропрочненной углеродистой связки путем модифицирования ффс золь-гель компонентами для повышения стойкости к окислению периклазоуглеродистых огнеупоров.....	130
5.4. Повышение эффективности катализаторов с помощью использования для их синтеза золь-гель процесса.....	136
5.4.1. Влияние добавок оксидов на эффективность действия катализаторов.....	136
5.4.2 Исследование активности нанесенных серебряных катализаторов, модифицированных системой двух оксидов.....	139

5.4.3. Золь-гель процесс при разработке алюмосиликатного носителя серебряного катализатора.....	146
5.5. Использование добавок золь-гель композиций или спеков на их основе в качестве спекающих добавок керамики и огнеупоров.....	158
5.5.1. Установление влияния предыстории кордиерита (из природного сырья и полученного золь-гель методом) и среды обжига на спекание Si_3N_4 материала.....	158
5.5.1.1. Способы подготовки кордиеритовых добавок.....	158
5.5.1.2. Исследование взаимосвязи предыстории получения добавок и способа их введения в шихту и свойств Si_3N_4 -материала.....	159
5.5.2. Установление взаимосвязи предыстории спекающей добавки и способа ее введения в шихту-структура-свойства Si_3N_4 материала.....	165
5.5.2.1. Изучение свойств сырца.....	165
5.6. Золь-гель связующие для производства керамики и огнеупоров.....	181
5.6.1. Процессы гидролиза и гелеобразования в этилсиликатных связках без органических растворителей для производства керамики.....	181
5.6.2. Влияние процесса уплотнения самотвердеющих масс на качество отливок и изделий на основе корунда.....	193
5.7. Использование золь-гель композиций в технологии конструкционной и композиционной керамики и огнеупоров.....	194
5.7.1. Физико-химические основы создания нанопропрочненных композиционных.....	194
5.7.2. Синтез армирующих фаз в керамических матрицах.....	196
5.7.3. Перспективы использования золь-гель метода для создания нетрадиционных технологий новейших композиционных материалов.....	197
5.8. Создание пористых проницаемых структур с использованием золь-гель композиций.....	199
5.8.1. Исследование фазового состава и распределения пор в корундовом материале на самотвердеющем золь-гель связующем.....	199
5.8.1.1. Влияние исходных компонентов на плотность прессованных материалов.....	199
5.8.1.2. Влияние химической предыстории золь-гель композиции на образование поровой структуры материалов.....	203
5.9. Использование золь-гель процесса для создания керамических материалов системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ с заданной пористостью для биотехнологических процессов.....	207
5.9.1. Имобилизация микробных клеток на глинах и подложках системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$	207
5.9.2. Физико-механические свойства литых кварцевых подложек низкотемпературного обжига с проницаемой пористостью.....	213
Заключение.....	216