



Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О.Сухого»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОВ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИЙ СИНТЕЗА СТЕКЛООБРАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ, КЕРАМИКИ И КОМПОЗИТОВ

авторы: Бойко А.А., Кенько В.М., Авдеев Д.М.,
Алексеенко Ю.А., Подденежный Е.Н.

В работе приведены основные направления работ в Гомельском государственном техническом университете в области разработки энерго- и ресурсосберегающих технологий создания стеклообразных материалов, керамики и композитов с заданными свойствами с использованием золь-гель и коллоидных методов их формирования.

Мировые тенденции научно-технического прогресса подтверждают, что задачи создания новых материалов являются одними из приоритетных, а процессы золь-гель синтеза стекол, керамики и композитов относятся к разряду высоких технологий.

Возможностью управлять параметрами неорганических материалов на микро- и наноразмерном уровне обладают коллоидно-химические процессы, в частности, самоорганизующийся процесс превращения золя в гель, а далее в формованное твердое тело (ксерогель, монолит, сферический порошок, пленку или волокно).

Основные преимущества золь-гель метода сводятся к возможности получения материалов более высокой чистоты и гомогенности в формованном виде, т.е. в виде заготовки, близкой по размерам к готовому изделию (рациональной заготовки), значительному снижению температуры переработки сырья по сравнению с существующими вариантами, а также созданию новых материалов, которые невозможно получить традиционными методами.

Физико-химические и структурные исследования кремнезёмов при переходах *золь* → *гель* → *стеклообразное твердое тело* и предложенные на этой основе технологические схемы синтеза в значительной степени способствовали разрешению проблем, существующих в ранних вариантах золь-гель процесса, а именно: исключение растрескивания гелеобразных структур в ходе созревания и термообработок, устранение нежелательных эффектов вспенивания и кристаллизации стекла, получение крупноразмерных заготовок различных форм, в том числе оптических трансформаторов в форме пластин и трубок. Авторами разработаны опытно-промышленные технологии получения кварцевых стекол и тонких пленок, легированных ионами переходных металлов и редкоземельных элементов. Материалы обладают высокой термостойкостью, химстойкостью, устойчивостью к радиационному излучению. Технология позволяет формировать пленки толщиной от 0,5 до 2 мкм различной цветовой гаммы, а также, содержащих органические люминесцентные красители, светочувствительные к УФ-излучению. Основным преимуществом технологии является: снижение температуры синтеза материалов на 500-700°C; формирование рациональных заготовок (в том числе и трубок) на начальной стадии синтеза.

Разработана технология получения тонкодисперсных материалов со специальными спектрально-люминесцентными и физико-химическими свойствами на основе кремнезема, предназначенными маркировки бумаг, введения в краски и чернила. Тонкодисперсные материалы содержат системы с переносом энергии и органические комплексы редкоземельных элементов, обладают яркой люминесценцией в зеленой красной области видимого спектра при возбуждении УФ-излучения с $\lambda=365\text{nm}$ (рис. 1).

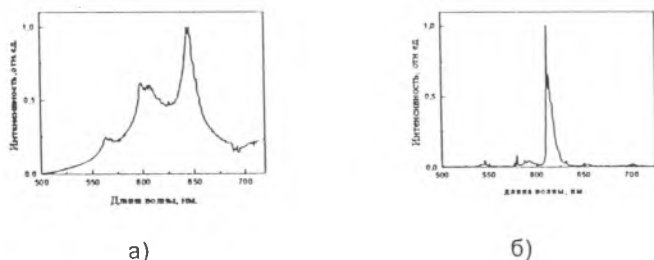


Рис. 1. Спектры люминесценции с зеленой (а) и красной (б) люминесценцией



Повышенный научный и практический интерес к золь-гель процессам в материаловедении технической керамики связан с решением задач целенаправленного синтеза материалов более высокой прочности, трещиностойкости, химической инертности в агрессивных средах и при повышенных температурах. Пути к этому лежат в получении микро- и наноразмерных исходных порошков, состоящих из неагрегированных, монодисперсных частиц с заданной морфологией и кристаллической структурой.

Ультратонкие порошки с узким гранулометрическим составом и совершенной сферической формой также перспективны для создания новых типов функциональной керамики, проявляющей необычные электрофизические, механические, магнитные и др. свойства. Размеры частиц в таких порошках лежат в пределах 10-100нм, что обеспечивает достаточную степень их подвижности при отсутствии агломерации, понижение температуры спекания. В НИЛ ТКС ГГТУ имени П.О.Сухого освоены процессы синтеза микропорошков SiO_2 , легированных фтором, оксидами железа и ионами РЗЭ, состоящих из частиц сферической формы. Рассматриваются перспективы создания реакторов непрерывного действия для получения микро- и наноразмерных оксидных порошков в больших объемах.

Повышенный научный и практический интерес к золь-гель процессам в материаловедении технической керамики связан с решением задач целенаправленного синтеза материалов более высокой прочности, трещиностойкости, химической инертности в агрессивных средах и при повышенных температурах. Пути к этому лежат в получении микро- и наноразмерных исходных порошков, состоящих из неагрегированных, монодисперсных частиц с заданной морфологией и кристаллической структурой.

Нами разработана технология, позволяющая получать алмазосодержащие абразивные материалы при температуре 700-750°C без использования инертной атмосферы при спекании. Полученные материалы содержат от 10 до 75% алмазного порошка. Характеризуются высокой скоростью съема обрабатываемого материала (стекло, кобальтхромой и нержавеющей стали).

На основе отходов керамических производств местной промышленности разработаны высокопористые одно- и многослойные керамические материалы с пористостью 5-250мкм, позволяющие

осуществлять ступенчатую фильтрацию жидкостей и нефтепродуктов при одновременном повышении степени очистки и увеличении сроков эксплуатации фильтров. Изделия из этих материалов применяются для очистки топлива и масел, степень очистки которых при тонкости отсева механических примесей составляет 2-3 и 5-10мкм, причем достигает 99%. Широко используются разработанные фильтры для очистки и восстановления химического состава оловяно-свинцового припоя, а также для работы фазоразделителей.