

ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦЕРИЙ-, МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Борисенко Н.В.¹, Борисенко Л.И.¹, Сулим И.Я.¹,
Подденежный Е.Н.², Алексеенко А.А.²

Институт химии поверхности им. А.А. Чуйко НАН Украины, Киев, Украина
²Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Гомель, Беларусь; e-mail: borysenko@naverex.kiev.ua

Электроника, оптоэлектроника, лазерная техника, сенсорные системы, биомедицина, медицинская техника являются областями возможного применения изделий из легированного кварцевого стекла.

В представленной работе предлагается новый вариант получения золь-гель кварцевых стекол и ситаллов, активированных наночастицами диоксидов церия и меди. Синтез основан на использовании модифицированных аэросилов – наноразмерных кремнеземов, содержащих наночастицы CeO_2 и CuO заранее определенной концентрации и прочно связанных с поверхностью SiO_2 – в качестве наполнителей в алкоксидно-формованные золи.

Цель нового подхода к созданию Ce-, Cu-содержащих кварцевых материалов – повышение однородности распределения легирующей примеси по объему образца, возможность формирования в структуре упорядоченных наночастиц заданного химического состава и размеров. Схема золь-гель синтеза Ce-, Cu-содержащих оптических материалов приведена на рис. 1. Удельная поверхность ксерогелей 450 - 650 $\text{м}^2/\text{г}$ остается примерно постоянной до $T = 800$ °С, затем стремительно уменьшается (рис. 2). Наиболее термостойкие наноконкомпозиты с соотношением CeO_2 к CuO 1:1.



Рис. 1. Схема золь-гель синтеза Ce-, Cu-содержащих оптических материалов.

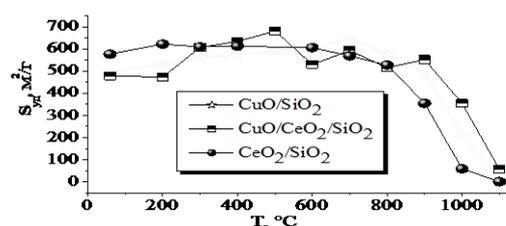


Рис. 2. Зависимость удельной поверхности от температуры прокаливании ксерогелей.

На рис. 3 приведены фото Се-, Cu-содержащих стекол, полученных с использованием модифицированных кремнезёмов. Следует отметить, что один из кремнезёмов содержит наночастицы CeO_2 (2 мас.%), другой – CuO (2 мас.%). Эти модифицированные кремнезёмы вводили на стадии диспергирования (рис. 1), как по-отдельности, так и совместно, при массовых соотношениях компонентов $\text{CeO}_2/\text{SiO}_2$ к CuO/SiO_2 1:0; 1:0,1; 1:0,5; 1:1 и 0:1. Ксерогель молочного цвета, образовавшийся после сушки при 60 °С, начинает спекаться свыше 900 °С и превращается в прозрачное стекло (просветляется) при $T = 1150$ °С без плавления (рис. 3).



Рис. 3. Се-, Cu- стекла, прокаленные в атмосфере воздуха (1-5) и водорода (6). Диаметр - 20, 40 мм, толщина - 2 мм. Соотношение компонентов $\text{CeO}_2/\text{SiO}_2$ к CuO/SiO_2 1:0 (1); 1:0,1 (2); 1:0,5 (3); 1:1 (4); 0:1 (5, 6).

ИК-спектры демонстрируют широкую полосу 3600 см^{-1} , характерную для О-Н колебаний гидроксильированных стекол (рис. 4а). ИК-спектры абсолютно одинаковы для разных видов допированных стекол. Не наблюдается разницы при их прокаливании на воздухе (1-5) или в водороде (6).

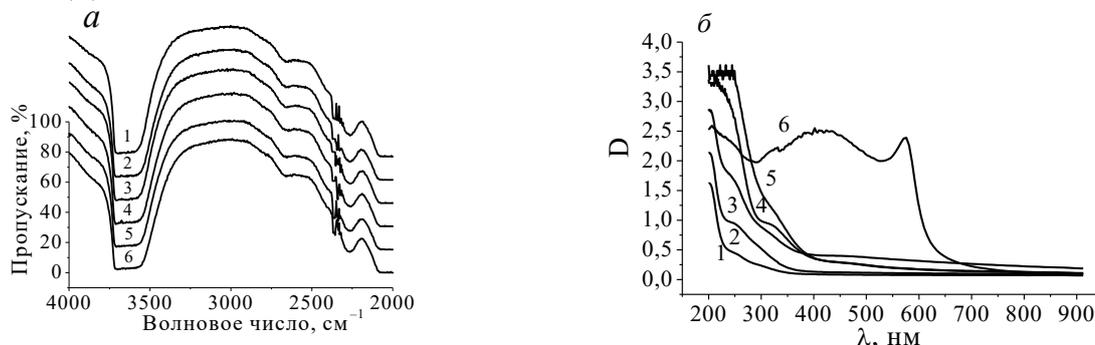


Рис. 4. ИК-спектры (а) и электронные спектры в видимой и УФ-области (б) Се-, Cu-содержащих стекол с толщиной 2 мм.

Полоса поглощения при 250 нм связана с присутствием в стекле ионов двухвалентной меди (рис. 4б, 1-5). Оптическая плотность этой полосы увеличивается с содержанием оксида меди в стекле. Cu-стекла, полученные при прокаливании на воздухе (2-5), имеют малоинтенсивную светло-желтую окраску, тогда как прокаленные в водороде (6) приобретают насыщенный темно-розовый цвет. В Cu-стекле, полученном в водороде, синтезированы сферические наночастицы металлической меди для которых наблюдается плазмонный резонанс при $\lambda = 575$ нм.

Авторы благодарны за финансовую поддержку работ целевой комплексной программой фундаментальных исследований НАН Украины «Фундаментальные проблемы наноструктурных систем, наноматериалов, нанотехнологий» (проект № 46/11-Н).