

Mn_{0.3}Fe_{2.7}O₄ AS A FUNCTIONAL FILLER FOR MAGNETORHEOLOGICAL MATERIALS

Yu. S. Haiduk¹, E. V. Korobko², R. P. Golodok¹, L. B. Radkevich², A. E. Usenka¹, V. V. Pankov¹

¹Belarusian State University, Minsk, Belarus

²A. V. Luikov Heat and Mass Transfer Institute of The National Academy of Science, Minsk, Belarus

Magnetite Fe₃O₄ is a well-known magnetic material applied to produce magnetic and magnetorheological fluids and other magnetic materials. However, its functional properties, including specific magnetization and coercive force, depend on the structure and morphology of the particles determined by the synthesis technique. Manganese-doping of magnetite facilitates enhancement of specific magnetization. The powder of Mn_{0.3}Fe_{2.7}O₄, synthesized via coprecipitation followed by high-temperature annealing (740 °C, 8 h) and high-energy grinding (0,5 h), is one of the best magnetic fillers among a wide range of studied ferrite powders due to the high shear stress of the oil suspension based on it and high oil absorption capacity, providing sedimentation stability of the suspension.

УДК 621.762

ВЫСОКОЧИСТАЯ КВАРЦЕВАЯ КРУПКА И СТЕКЛО, ПОЛУЧЕННЫЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

**В. Е. Гайшун¹, Я. А. Косенок¹, А. В. Семченко¹, О. И. Тюленкова¹, Л. В. Судник²,
В. Г. Кузьмин³, А. С. Лебедев⁴, В. М. Рыжков⁴, Ю. А. Манин⁵**

¹Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь,
тел./факс: +375 (232) 50-38-13, e-mail: ukosenok@gsu.by

²Институт порошковой металлургии имени академика О. В. Романа, г. Минск, Беларусь

³ООО НПК «КРИН», г. Кыштым, Россия

⁴Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии Уральского отделения
Российской академии наук, г. Миасс, Россия

⁵ЗАО Карьер «Гора Хрустальная», г. Екатеринбург, Россия

Разработана новая методика синтеза и получены образцы синтетического диоксида кремния из металлоорганических соединений кремния и пирогенного диоксида кремния. Золь-гель технология позволяет получать высокочистую кварцевую крупку с последующим наплавом стекла высокой степени чистоты. Энергосберегающая золь-гель технология позволяет обеспечить превосходные оптические, физико-механические и химические свойства кварцевого стекла.

В течение последних нескольких десятилетий в промышленности широко используются такие детали, как тигли, подложки, трубки, лодочки и другие, изготовленные из различных модификаций кварцевого стекла, обладающего такими преимуществами, как высокая термостойкость (до 1600 °C), высокий коэффициент пропускания в ультрафиолетовой и видимой области спектра и низкий коэффициент теплового расширения ($0,5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) [1–5].

Исходными материалами для получения кварцевого стекла являются: природные виды кварца (горный хрусталь и его разновидности, жильный кварц и т. д.), искусственные кристаллы кварца, выращенные гидротермальным способом в автоклавах, тетрагидрид кремния. При использовании природного кварца и искусственных кристаллов они дробятся, промываются в смеси кислот HCl + HNO₃ и в воде, где с поверхности удаляются неорганические загрязнения, при этом сама двуокись кремния не растворима в этих кислотах. Полученные куски перебирают, удаляя частицы, содержащие различные включения, после чего истирают до рабочей фракции (–0,4 + 0,1 мм) и проводят селективную флотацию для получения максимальной чистоты материала. Из полученной крупки наплавливают блоки стекла при температуре 1950 °C. Полученные образцы кварцевого стекла часто содержат большое количество примесей переходных металлов, пузырей и свилей [6].

Мы предлагаем новую низкотемпературную методику синтеза кварцевой крупки на основе золь-гель метода 1) из металлоорганических соединений кремния; 2) наноразмерного порошка диоксида кремния, полученного пирогенным методом синтеза. Золь-гель технология позволяет получать высокочистую кварцевую крупку и гель-стекла высокой степени чистоты минуя стадии обогащения при относительно низких температурах (до 1650 °C).

Методика синтеза прозрачного кварцевого стекла включает приготовление синтетического диоксида кремния из металлоорганических соединений кремния или пирогенного диоксида кремния, предварительную термообработку крупки по схеме: нагрев до 200 °С – выдержка 1 ч, 650 °С – 2 ч, 1300 °С – 2 ч, наплав в вакуумной печи при температуре 1650 °С с последующей компрессией при давлении 25 атм. Образец полученного кварцевого стекла имеет мелкозернистую структуру. Полученные образцы кварцевой крупки и прозрачного кварцевого золь-гель стекла представлены на рис. 1 и 2 соответственно.

Характеристики синтетического диоксида кремния:

размер зерна – 1–15 мкм;

концентрация ОН-групп – 50–300 ppm;

содержание примесей щелочных и переходных элементов – менее 0,01 ppm.

Спектры светопропускания в УФ и видимой областях спектра получены на УВИ-спектрофотометре СФ-56 (рис. 3).

Полученные образцы кварцевого стекла обладают низким поглощением в видимом диапазоне оптического спектра. Стекло, синтезированное из синтетического диоксида кремния на основе пирогенного диоксида кремния, в УФ-области имеет коэффициент пропускания выше, чем стекло, синтезированное из металлоорганического соединения кремния.

Благодаря превосходным оптическим, физико-механическим и химическим свойствам такое кварцевое стекло может найти применение в оптике, микроэлектронике в качестве подложек СВЧ-микросхем, дисплеев ЖК-экранов, приборных окон, светофильтров с селективным поглощением светового излучения по широкому диапазону длин волн и др.



Рис. 1. Кварцевая крупка, полученная золь-гель методом



Рис. 2. Образцы кварцевого стекла, полученного золь-гель методом

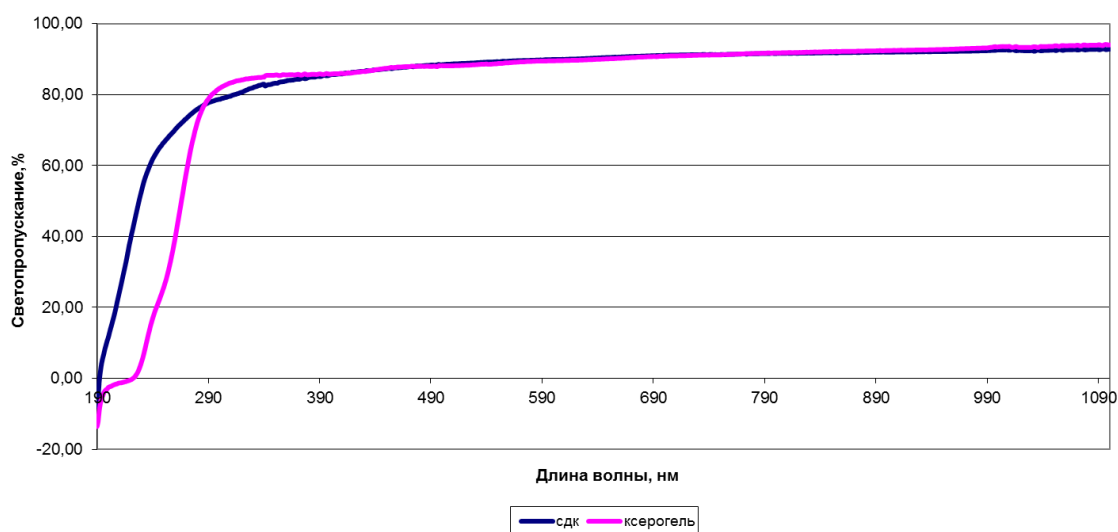


Рис. 3. Спектры пропускания кварцевого стекла, полученного из пирогенного диоксида кремния (1) и металлоорганического соединения кремния (2)

Литература

1. *The application of mesoporous silica nanoparticle family in cancer theranostics* / Y. Feng [et al.] // Coordination Chemistry Reviews. – 2016. – Vol. 319. – P. 86–109. DOI: 10.1016/j.ccr.2016.04.019.
2. *Silica aerogel: Synthesis and applications* / J. L. Gurav [et al.] // J. Nanomater. – 2010. – Vol. 24. – P. 11. DOI: 10.1155/2010/409310.
3. *Multifunctional mesoporous silica nanocomposite nanoparticles for theranostic applications* / J. E. Lee [et al.] // Chem. Res. – 2011. – Vol. 44. – P. 893–902.
4. *Antifogging and antireflective silica film and its application on solar modules* / X. Lu [et al.] // Surf. Coat. Technol. – 2011. – Vol. 206. – P. 1490–1494.
5. *Synthesis of silica nanoparticles by sol-gel: size-dependent properties, surface modification, and applications in silica-polymer nanocomposites* / I. A. Rahman, V. Padavettan // J. Nanomater. – 2012. – Vol. 2012. – P. 8.
6. *Иванов, Г. А. Технология производства и свойства кварцевых оптических волокон : учеб. пособие* / Г. А. Иванов, В. П. Первадчук. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. – 171 с.

HIGH PURITY QUARTZ GRINDS AND GLASSES, OBTAINED BY SOL-GEL METHOD

V. E. Gaishun¹, Ya. A. Kosenok¹, A. V. Semchenko¹, O. I. Tyulenkova¹, L. V. Sudnik²,
V. G. Kuzmin³, A. S. Lebedev⁴, V. M. Ryzhkov⁴, Yu. A. Manin⁵

¹F. Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus, tel./fax: +375 (232) 50-38-13, e-mail: ykosenok@gsu.by

²O. V. Roman Powder Metallurgy Institute, Minsk, Belarus

³LLC NPK "KRIN", Kyshtym, Russia

⁴Federal State Budgetary Institution of Science South Urals Research Center of Mineralogy
and Geocology UB RAS, Miass, Russia

⁵CJSC QUARRY "Gora Khrustalnaya", Ekaterinburg, Russia

A new synthesis technique has been developed and samples of quartz grains and trans-parent quartz sol-gel glass from nano-sized powder of silicon dioxide or organometallic silicon compounds have been obtained. Sol-gel technology makes it possible to obtain high-purity quartz grains and gel glasses of a high degree of purity, bypassing the stages of enrichment, melting and grinding at relatively low temperatures (up to 1200 °C). The thickness of quartz glasses produced by the direct sol-gel method ranges from 1 to 5 mm and requires only grinding and polishing. Energy-saving sol-gel technology allows for excellent optical, physical-mechanical and chemical properties of quartz glass.

УДК 621.762

ДЕКОРАТИВНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОДНОМЕРНЫХ ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛОВ АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

И. В. Гасенкова, И. М. Андрухович

ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника», г. Минск, Беларусь,
тел.: 8 (017) 272-46-08, e-mail: irini.andrukhovich@gmail.com

Представлены результаты формирования одномерных фотонных кристаллов (ФК) анодного оксида алюминия для получения декоративных покрытий с изменяющимся цветом в зависимости от угла наблюдения. Исследованы спектры зеркального отражения в диапазоне углов от 25° до 55°. Определены колориметрические характеристики ФК в зависимости от режимов получения. Установлено, что увеличение плотности прошедшего заряда в течение периода ФК от 0,44 Кл/см² до 0,66 Кл/см² приводит к батохромному сдвигу положения фотонной запрещенной зоны на 215–228 нм в зависимости от угла наблюдения. Увеличение количества периодов приводит к смещению положения ФЗЗ в сторону меньших длин волн. Показана возможность управления цветом декоративных покрытий при варьировании количества периодов анодирования и их величины.

Декоративные покрытия на анодном оксиде алюминия (АОА) и способы их получения известны давно и широко используются в практическом приложении в различных областях. В последнее время интерес исследователей направлен на возможность получения цветных покрытий на алюминии с использованием фотонных кристаллов (ФК) [1]. ФК – это материалы с периодическим изменением диэлектрической проницаемости, период изменения которой согласуется