

Л. А. Булавин¹, С. О. Самойленко¹, С. Е. Кичанов², Д. П. Козленко², А. І. Іваньков²,
В. С. Гурин³, Г. Е. Рачковська⁴, Г. Б. Захаревич⁴, А. Х. Ісламов², Б. Н. Савенко²

¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

² Об'єднаний інститут ядерних досліджень, Дубна, Росія

³ НДІ фізико-хімічних проблем БДУ, Мінськ, Білорусь

⁴ Білоруський державний технологічний університет, Мінськ, Білорусь

НАНОУТВОРЕННЯ В ДОПОВАНОМУ СИЛІКАТНОМУ СКЛІ ТА ЙОГО ФРАКТАЛЬНА РОЗМІРНІСТЬ

За допомогою малокутової дифракції нейтронів досліджено наноутворення PbS у силікатних стеклах за різних умов їхньої термообробки. Установлено, що в досліджених стеклах формуються сферичні наночастинки з радіусами від 3,0 до 3,9 нм. При збільшенні часу термообробки скляних зразків спостерігається зростання середнього розміру наночастинок і зміна їхньої фрактальної розмірності. Обговорюються модель структурного механізму формування наночастинок PbS у скляній матриці під дією її термообробки.

Ключові слова: доповане силікатне скло, наночастинки, малокутове розсіяння нейтронів, фрактальна розмірність.

Л. А. Булавин¹, С. А. Самойленко¹, С. Е. Кичанов², Д. П. Козленко², А. И. Иванов²,
В. С. Гурин³, Г. Е. Рачковская⁴, Г. Б. Захаревич⁴, А. Х. Исламов², Б. Н. Савенко²

¹ Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев

² Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия

³ НИИ физико-химических проблем БГУ, Минск, Беларусь

⁴ Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

НАНООБРАЗОВАНИЯ В ДОПИРОВАННОМ СИЛИКАТНОМ СТЕКЛЕ И ЕГО ФРАКТАЛЬНАЯ РАЗМЕРНОСТЬ

С помощью малоугловой дифракции нейтронов исследованы нанообразования PbS в силикатных стеклах при разных условиях их термообработки. Установлено, что в исследованных стеклах формируются сферические наночастицы с радиусами от 3,0 до 3,9 нм. При увеличении времени термообработки стеклянных образцов наблюдается рост среднего размера наночастиц в них и изменение их фрактальной размерности. Обсуждается модель структурного механизма формирования наночастиц PbS в стеклянной матрице при ее термообработке.

Ключевые слова: допированное силикатное стекло, наночастицы, малоугловое рассеяние нейтронов, фрактальная размерность.

L. A. Bulavin¹, S. O. Samoilenko¹, S. E. Kichanov², D. P. Kozlenko², O. I. Ivankov²,
V. S. Gurin³, G. E. Rachkovska⁴, G. B. Zaharevych⁴, A. Kh. Islamov², B. N. Savenko²

¹ National Taras Shevchenko University, Kyiv

² Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia

³ Research Institute of physicochemical problems, Belarusian National University, Minsk, Belarus

⁴ Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

NANOFORMATION IN DOPED SILICATE GLASS AND ITS FRACTAL DIMENSIONS

PbS nanostructures in silicate glasses under different conditions of heat treatment were investigated using small-angle neutron scattering. It was found that spherical nanoparticles with radii of 3.0 nm to 3.9 nm are forming in these glasses. The increase of the average size of nanoparticles and changes in the fractal dimension of glass samples under increasing heat treatment time are observed. The structural model of the formation mechanism of PbS nanoparticles in a glass matrix during its thermal treatment is discussed.

Keywords: doped silicate glass, nanoparticles, small angle neutron scattering, fractal dimension.

REFERENCE

1. Woggon U. Optical properties of semiconductor Quantum Dots // Berlin, 1998. - P. 251.
2. Klimov V.I. Nanocrystal quantum dots. 2nd Ed. - London - New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2010. - P. 469.
3. Masumoto Y., Takagahara T. Semiconductor Quantum Dots. // Berlin - Heidelberg - New York: Springer-Verlag, 1998. - P. 486.
4. Rao C.N., Thomas P.J., Kulkarni G.U. Nanocrystals: Synthesis, Properties and Applications. - Berlin - Heidelberg - New York: Springer-Verlag. - P. 180.

5. *Wise F.W.* // *Acc. Chem. Res.* - 2000. - Vol. 33. - P. 773 - 780.
6. *Loiko P.A., Rachkovskaya G.E., Zacharevich G.B., Yumashev K.V.* // *J. Lumin.* - 2013. - Vol. 143. - P. 418 - 422.
7. *Malyarevich A.M., Yumashev K.V., Lipovskii A.A.* Semiconductor-Doped Glass Saturable Absorbers for Near-Infrared Solid-State Lasers // *J. Appl. Phys.* - 2008. - Vol. 103, No. 8. - P. 081301.
8. *Rogach A.L.* Semiconductor Nanocrystal Quantum Dots. - Wien - New York: Springer-Verlag, 2008. - P. 372.
9. *Gurin V.S.* // *J. Cryst. Growth.* - 1998. - Vol. 191. - P. 161 - 165.
10. *Tang J., Sargent E.H.* // *Adv. Mater.* - 2011. - Vol. 23. - P. 12 - 29.
11. *Loiko P.A., Rachkovskaya G.E., Zacharevich G.B. et al.* Optical properties of novel PbS and PbSe quantum-doped alumino-alkali-silicate glasses // *J. Non-Cryst. Solids.* - 2012. - Vol. 358, No. 15. - P. 1840 - 1845.
12. *Kuklin A.I., Islamov A.Kh., Kovalev Yu.S. et al.* // *Poverkhnost'. Rentgen., sinkhrotr. i nejtron. issled.* - 2006. - No. 6. - P. 74 - 83. (Rus)
13. *Ostanevich Y.M.* // *Makromol. Chem. Macromol. Symp.* - 1988. - Vol. 15. - P. 91.
14. *Svergun D.I.* // *J. Appl. Crystallogr.* - 1992. - Vol. 25. - P. 495.
15. *Franke D., Svergun D.I.* // *J. Appl. Cryst.* - 2009. - Vol. 42. - P. 342.
16. *Brunberger H.* *Modern Aspects of Small Angle Scattering.* - Dordrecht, 1995. - P. 53.
17. *Zatsepin A.F., Kortov V.S., Gavrilov N.V., Biryukov D.Yu.* // *Poverkhnost'. Rentgen., sinkhrotr. i nejtron. issled.* - 2008. - No. 6. - P. 31. (Rus)
18. *Bulavin L.A.* *The neutron diagnostics of substance liquid state. - Chernobyl': In-t problem bezpeky AES NAN Ukrayiny,* 2012. - 532 p. (Ukr)
19. *Mandelbrot B.B.* *The Fractal Geometry of Nature.* - San Francisco: W.H. Freeman, 1982.

Надійшла 15.05.2015
Received 15.05.2015