

## **ВЛИЯНИЯ ОКСИДА ГРАФЕНА НА ПЛОТНОСТЬ Се: YAG ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ СПЕКАНИЯ НА ВОЗДУХЕ**

*Ху Чжэньфэн, студент гр. 4БМ02  
В.Д. Пайгин, Инженер ОМ ИШНПТ ТПУ  
Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,  
E-mail: [chzhenfen1@tpu.ru](mailto:chzhenfen1@tpu.ru)*

Аннотация: Оксид графена обладает превосходными оптическими, электрическими и механическими свойствами. В данной работе в различных пропорциях смешивались и измельчались порошок оксида графена и порошки  $Y_3Al_5O_{12}$ : Се, керамики получили путем холодного сухого одноосного прессования в жесткой пресс-форме и спекания на воздухе. При измерении плотности керамики, можно получить результат, что оксид графена оказывает большое влияние на плотность прозрачной керамики YAG.

В последние годы широко используются и применяются белые светодиоды, обладающие длительным сроком службы, высокой светоотдачей, низким энергопотреблением, экологичностью и другими преимуществами [0].

С 1996 года порошок иттрий-алюминиевого граната, легированный церием (YAG: Се), является популярным материалом для преобразования света [0]. YAG: Се может возбуждаться синим светодиодным чипом, и желтый свет, излучаемый им, дополняет синий свет, излучаемый светодиодным чипом, и оба смешиваются, образуя белый свет [0]. YAG: Се обладает такими преимуществами, как небольшой размер, низкое энергопотребление и длительный срок службы. Относится к «четвертому поколению источников света».

В 2004 году с помощью метода зачистки микрокомпьютера графен был успешно отделен от одноблочного состояния [0]. За последнее десятилетие графен и оксид графена вызвали большой интерес благодаря своим уникальным и превосходным электронным, оптическим, механическим и химическим свойствам [0]. По сравнению с графеном (С) оксид графена (GO) обладает следующими преимуществами: низкие производственные затраты, крупномасштабность производства и легкость обработки. В последние годы ученые обнаружили, что оксид графена также обладает превосходными свойствами, богатыми активными кислородсодержащими функциональными группами [0]. Присутствие кислородсодержащих групп также расширяет межслойный зазор оксида графена [0].

В настоящее время оксид графена нашел своё применение в различных областях промышленности. Его используют в технологии опреснения [0], солнечных батареях [0], хранении энергии [0], медицине [0] и других областях.

Цель работы: изучить влияние оксида графена на плотность Се:YAG керамики, полученной при различных температурах.

Порошковые смеси на основе Се:YAG и оксида графена (GO) с концентрацией от 0,1 до 1 мас. % были подготовлены с использованием шаровой мельницы. Смешивание проводили в изопропиловом спирте в течение 48 часа. Затем порошки сушили при температуре 90°C в течение 12 часов.

Порошковая смесь спрессована в стальной пресс-форме с помощью автоматического пресса IP-500 AUTO (ZIPO, Россия) методом холодного сухого одноосного прессования в жесткой пресс-форме при давлении 31 кН.

Спекание проводили в высокотемпературной печи LHT 02/18 (Nabertherm, Германия) на воздухе при температурах от 1250°C до 1650°C. Выдержка на заданной температуре спекания составила 2 часа. Скорость нагрева и охлаждения составляла 200 °C/час.

Для измерения массы были использованы лабораторные электронные весы AJ – 420CE (Shinko, Япония) . Диаметр цилиндрического керамического образца был определен с помощью штангенциркуля (Mitutoyo, Япония), толщина – Толщинометром 543-551DC (Mitutoyo, Япония).

Была измерена плотность керамических образцов до и после спекания, из рисунка 1 видно, что чем выше концентрация оксида графена, тем меньше относительная плотность прессовок.

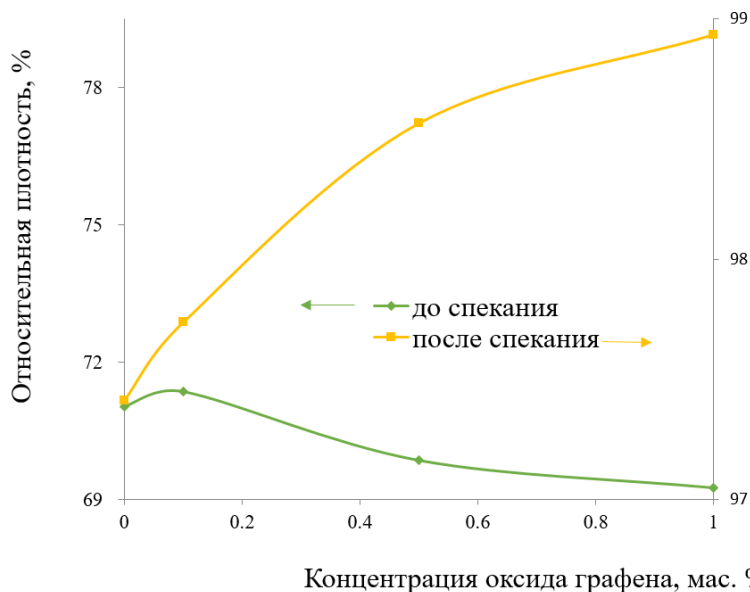


Рис.1. Зависимость относительной плотностью керамики до и после спекания от концентрации оксида графена

Из рисунка 2 видно, что с повышением температуры спекания на 100 °С относительная плотность керамики увеличилась более чем на 5%. Когда температура спекания превышает 1550 °С, относительная плотность достигнет 98%.

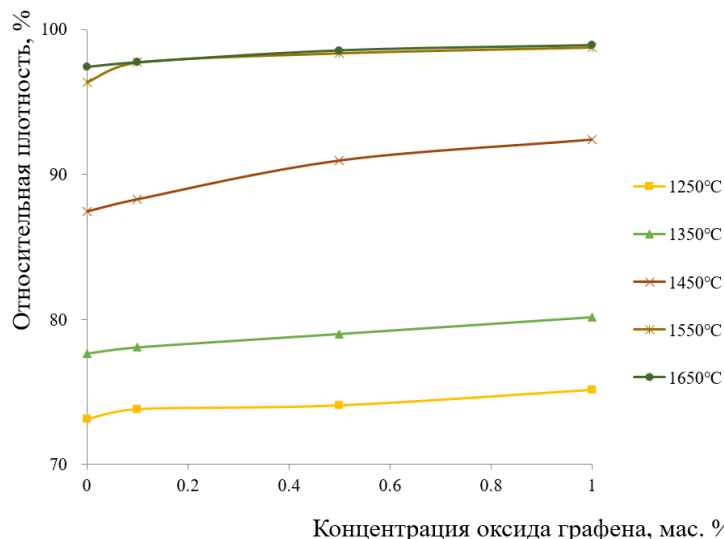


Рис. 2. Зависимость относительной плотностью керамики после спекания от концентрацией оксида графена

Согласно рисунка 3, с повышением температуры плотность керамики линейно увеличивается. Относительная плотность керамики достигнет 98% при 1550 °С. После 1550 °С плотность керамики изменяется мало. И чем выше концентрация оксида графена, тем больше относительная плотность керамики

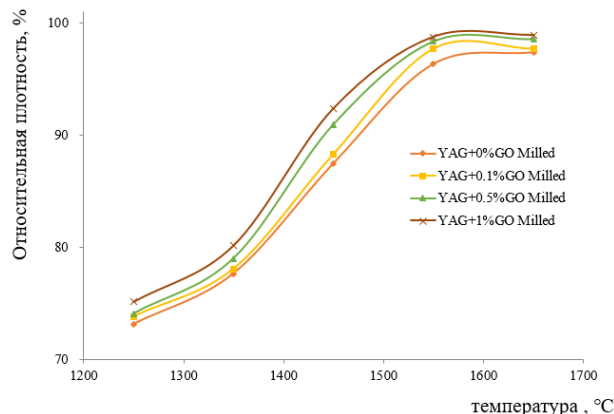


Рис. 3. Зависимость относительной плотностью керамики после спекания и от температуры спекания

В данной работе путем изменения концентрации оксида графена и регулирования температуры спекания, использования холодного сухого одноосного прессования в жесткой пресс-форме и спекания на воздухе получено значение 98% средней относительной плотности прозрачной керамики Се:YAG. Этот эксперимент подтвердил, что концентрация оксида графена, температура спекания и давление будут оказывать влияние на плотность керамики, после одноосного прессования, с увеличением концентрации оксида графена плотность продолжает уменьшаться, а плотность после спекания увеличилась. Чем выше концентрация оксида графена, тем ниже относительная плотность при требуемой температуре. В температурном диапазоне от 1550 до 1600 °C плотность керамики достигнет максимума. Чем выше концентрация оксида графена, тем выше плотность после спекания, максимальное полученное значение 98%.

#### Список литературы:

1. Hu Y. et al. Preparation and luminescent properties of  $(Ca_{1-x}, Sr_x) S: Eu^{2+}$  red-emitting phosphor for white LED //Journal of luminescence. – 2005. – Т. 111. – №. 3. – С. 139-145.
2. Shimizu Y. et al. Light emitting device having a nitride compound semiconductor and a phosphor containing a garnet fluorescent material : пат. 5998925 США. – 1999.
3. Chen D. et al. Advances in transparent glass–ceramic phosphors for white light-emitting diodes—A review //Journal of the European Ceramic Society. – 2015. – Т. 35. – №. 3. – С. 859-869.
4. Iijima S. Helical microtubules of graphitic carbon //nature. – 1991. – Т. 354. – №. 6348. – С. 56-58.
5. Yu W. et al. Progress in the functional modification of graphene/graphene oxide: a review //RSC Advances. – 2020. – Т. 10. – №. 26. – С. 15328-15345.
6. Gao W. The chemistry of graphene oxide //Graphene oxide. – 2015. – С. 61-95.
7. Stankovich S. et al. Synthesis of graphene-based nanosheets via chemical reduction of exfoliated graphite oxide //carbon. – 2007. – Т. 45. – №. 7. – С. 1558-1565.
8. Nair R. R. et al. Unimpeded permeation of water through helium-leak-tight graphene-based membranes //Science. – 2012. – Т. 335. – №. 6067. – С. 442-444.
9. Liu J. et al. Hole and electron extraction layers based on graphene oxide derivatives for high-performance bulk heterojunction solar cells //Advanced Materials. – 2012. – Т. 24. – №. 17. – С. 2228-2233.
10. Cakici M., Kakarla R. R., Alonso-Marroquin F. Advanced electrochemical energy storage supercapacitors based on the flexible carbon fiber fabric-coated with uniform coral-like  $MnO_2$  structured electrodes //Chemical Engineering Journal. – 2017. – Т. 309. – С. 151-158.
11. Kumar S. et al. Electrochemical sensors and biosensors based on graphene functionalized with metal oxide nanostructures for healthcare applications //ChemistrySelect. – 2019. – Т. 4. – №. 18. – С. 5322-5337.