

УДК 628.9.03

*V. S. Kostrov, A. V. Tepikina, N. O. Prohorenkov, V. N. Samoïlov,
S. G. Vlasova*

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург
Vladislav.kostrov.99@gmail.com, vlassvet8@gmail.com

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ КОМПОЗИТЫ: ЛЮМИНОФОРЫ В ЛИТИЙ-БОРАТНЫХ СТЕКЛАХ ДЛЯ БЕЛЫХ СВЕТОДИОДОВ

В работе описан синтез люминесцирующего композита на основе литий-боратного стекла и мелкодисперсного порошка алюмоиттриевого граната, легированного церием. Выбран химический состав стекла, отработаны технология изготовления композита, температурные режимы спекания стекла и люминофора. Получен достаточно мощный энергосберегающий источник белого света.

Ключевые слова: люминесцирующий композит; алюмоиттриевый гранат; литий-боратное стекло; светодиод.

*V. S. Kostrov, A. V. Tepikina, N. O. Prohorenkov, V. N. Samoïlov,
S. G. Vlasova*

Ural Federal University, Ekaterinburg

INORGANIC COMPOSITES: LUMINOFORMS IN LITHIUM-BORATE GLASSES FOR WHITE LIGHT-EMMITING DIODS

This paper describes a synthesis of luminescent composite based on lithium-borate glass and yttrium-aluminum garnet finely-divided powder doped with cerium. Glass's chemical makeup was chosen, composite's fabrication technology was developed and luminophore-glass baking temperature conditions as well. Powerful energy saving source of white light was obtained.

Key words: luminescent composite; yttrium-aluminum garner; lithium-borate glass; light-emitting diode.

© Костров В. С., Тепикина А. В., Прохоренков Н. О., Самойлов В. Н., Власова С. Г., 2018

В последние годы наблюдается значительный рост цен на электричество и энергоносители, что делает вопрос энергосбережения наиболее актуальным.

По данным из разных источников, в среднем, освещение потребляет 20–30 % электроэнергии. Однако эти значения можно уменьшить, используя источники света на основе светодиодов. Теоретический потенциал энергосбережения при полном внедрении светодиодов составляет до 3 % экономии электроэнергии в стране.

В таблице приведена потребляемая мощность светодиодных, люминесцентных ламп и, привычных нам, с вольфрамовой нитью. Несмотря на равенство светового потока, потребляемая мощность у них заметно отличается. Можно сделать вывод, что светодиодные источники являются наиболее экономичными, к тому же средний срок службы светодиодной лампы – до 30000 часов.

Сравнительная характеристика источников света

| Лампы накаливания | Потребляемая мощность, Вт | | Световой поток, лм |
|----------------------|---------------------------------------|--------------|-----------------------|
| | Люминесцентные (энергосберегающие) | Светодиодные | |
| 20 | 5–7 | 2–3 | 250 |
| 40 | 10–13 | 4–5 | 400 |
| 60 | 15–16 | 6–10 | 700 |
| 75 | 18–20 | 10–12 | 900 |
| 100 | 25–30 | 12–15 | 1200 |
| 150 | 40–50 | 18–20 | 1800 |
| 200 | 60–80 | 25–30 | 2500 |

Однако существует проблема при использовании данного вида источника света: его работа основана на облучении люминофора, напыленного на светодиод. Во время эксплуатации источник разогревается до больших температур, что приводит к выгоранию люминофора, изменению спектра излучения, появляются дефекты, которые приводят к снижению КПД источника.

Для решения этой проблемы в настоящий момент нами ведется разработка люминесцирующего композита типа «люминофор в

стекле». В данном случае, стекло для люминофора будет теплоотводом, что предотвратит перегрев люминесцирующего вещества. Для этих целей мы используем стекло на основе $B_2O_3-Li_2O$, которое обладает следующими характеристиками:

- показатель преломления – 1,6673;
- коэффициент термического расширения – $115 \cdot 10^{-7} K^{-1}$.

Для получения композита использовался люминофор LE 570 (алюмоиттриевый гранат), предназначенный для излучения света высокой яркости.

Приготовление композита включало следующие шаги: синтез легкоплавких стекол и измельчение их до тонкодисперсного состояния (размер зерен 20–30 мкм); смешивание люминофора и измельченного стекла в пропорции 3:1 (люминофор-стекло), изготовление таблеток в прессформе; выдержка образцов в муфельной печи при температурах спекания ($800\text{ }^\circ\text{C}$).

Полученные композиты были рассмотрены под микроскопом на наличие трещин и пустот. Спеченные однородные образцы были подвергнуты спектральному анализу (рис. 2). Замеры произведены с помощью спектрометра USB4000-UV-VIS.

На рис. 1 вертикальная ось представляет собой абсолютную спектральную интенсивность излучения ($\mu\text{Вт}/\text{см}^2/\text{нм}$). По горизонтали откладывается длина волны (нм). Графики позволяют определить, какой спектр излучения имеет образец, и какой длине волны соответствует максимум возбуждения.

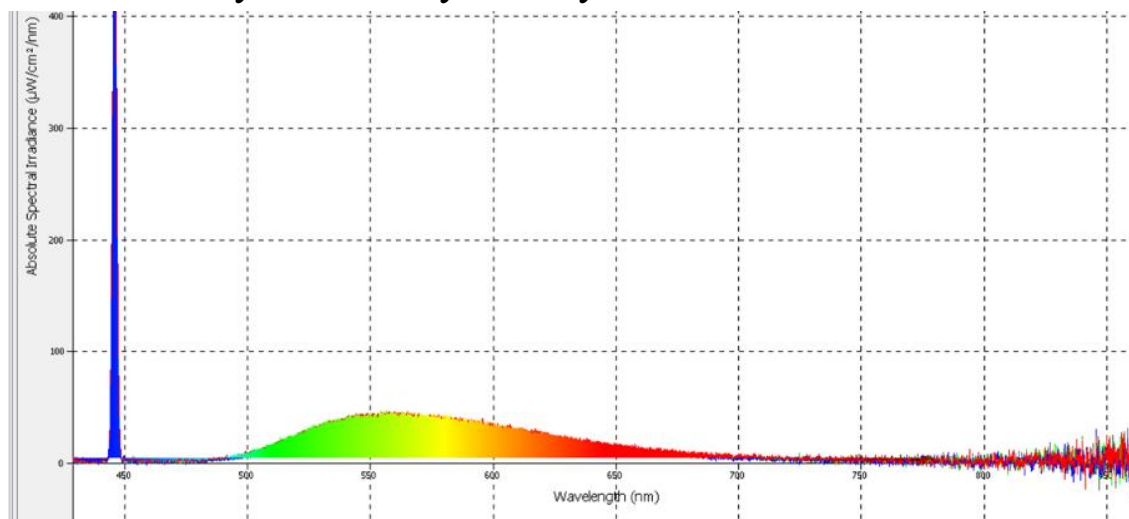


Рис. 1. Спектральные характеристики композита

Спектральная характеристика образца имеет максимум излучения на $\lambda=550\text{--}570$ нм. Однако, для более качественного анализа цвета излучения необходима диаграмма цветности (рис. 2).

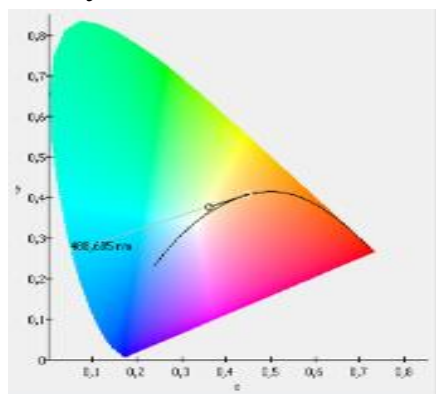


Рис. 2. Диаграмма цветности синтезированного композита

На диаграмме (рис. 2) кривая черная линия соответствует линии цветовой температуры абсолютно черного тела. Белый цвет имеет координаты 0,33 по осям x и y . Исследуемый спектр имеет сплошной вид в видимой области спектра. Образец имеет цветовую температуру 4496 К.

Можно сделать вывод, что предложенная технология изготовления источников света имеет огромный потенциал для будущего развития и внедрения во все сферы жизни: данный вид источников света имеет высокий КПД, большой срок эксплуатации, потребляет малое количество электроэнергии, по сравнению с обычными светодиодами.

Список использованных источников

1. Какие лампы лучше: светодиодные или энергосберегающие? Сравнение и оценка параметров [Электронный ресурс]. URL: <https://svetodiodinfo.ru> (дата обращения: 11.11.2018).