

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ МАРГАНЦА В ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНОМ МАТЕРИАЛЕ $\text{Li}_2\text{V}_4\text{O}_7:\text{Mn}$ КАК ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА НЕЛИНЕЙНОСТИ ЗАВИСИМОСТИ ОТКЛИКА ОТ ДОЗЫ

Верещагина Н.^{1*}, Зубов А.², Данилкин М.^{2,3}, Керикмяэ М.³,
Луст А.³, Семан В.⁴

¹*РХТУ им. Д.И.Менделеева, Москва, Россия,*

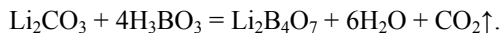
²*Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН, Москва, Россия,*

³*Институт химии Тартуского университета, Тарту, Эстония,*

⁴*Институт физики Тартуского университета, Тарту, Эстония,*

**ilthar@mail.ru*

Термолюминесцентные детекторы (ТЛД) на основе $\text{Li}_2\text{V}_4\text{O}_7:\text{Mn}$ имеют очень хорошую тканеэквивалентность ($Z_{\text{эфф}}=7.4$), что важно для персональных дозиметров. Что касается зависимости светосуммы от дозы, то в области доз 0.01 Gy-1 Gy может наблюдаться сверхлинейность [1]. Наши исследования показали, что марганец легко образует скопления в решётке тетрабората лития. Эти кластеры двухвалентного марганца охвачены обменным взаимодействием, содержат различное число по-разному ориентированных ионов Mn^{2+} , и проявляются в ЭПР как очень широкая бесформенная линия. В люминесценции кластеризация марганца проявляется в красном сдвиге и неоднородном уширении спектра свечения марганца. Структура и взаимное расположение центров захвата при кластеризации марганца также усложняются, что порождает конкурирующие процессы рекомбинации и нелинейность дозовой зависимости. Причины образования скоплений марганца при синтезе тетрабората лития связаны с особенностями технологии детекторов на основе $\text{Li}_2\text{V}_4\text{O}_7:\text{Mn}$. Эффекты кластеризации марганца могут наблюдаться уже при таких его низких концентрациях, как 0.02–0.05 мол.%. Обычно тетраборат лития получают по реакции:



Типично используют горячий раствор борной кислоты, в который постепенно добавляют карбонат лития и соль марганца. Нам удалось показать, что кластеризация марганца наиболее сильно выражена в тех случаях, когда марганец вводится в раствор раньше, чем образуются зародыши микрочастиц тетрабората лития. При равномерном добавлении марганца, начатом после образования зародышевой кристаллов, свойства получаемого термолюминофора меняются: в

спектре ЭПР наблюдаются интенсивные линии марганца как в позиции лития, так и в позиции бора [2], а интенсивность широкой бесформенной линии уменьшается. Одновременно улучшается и линейность дозовой зависимости светосуммы.

Детекторы на основе $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn}$ с улучшенными свойствами могут найти применение не только в персональной, но и в нейтронной дозиметрии, где линейность дозовой зависимости имеет важное значение.

1. M. Danilkin, I. Jaek, M. Kerikmäe, A. Lust, H. Mändar, L. Pung, A. Ratas, V. Seeman, S. Klimonsky, V. Kuznetsov. Storage mechanism and OSL-readout possibility of $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn}$ (TLD-800), *Radiation Measurements*, 2010, **45**, 562–565.
2. Ratas, A., Danilkin, M., Kerikmäe, M., Lust, A., Mändar, H., Seeman, V., Slavin G. $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn}$ for dosimetry applications: traps and mechanisms. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 2012, **61**, 4, 279–295.