

НОВЫЕ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ЛИТИЙ-МАГНИЕВОГО ФТОРФОСФАТА, ДОПИРОВАННОГО РЗЭ

Фториды и фосфаты щелочных и щелочноземельных металлов, такие как LiMgPO_4 и LiF , являются известными оптическими матрицами, хорошо зарекомендовавшими себя в области люминесцентной дозиметрии. Мы предположили, что одновременное присутствие обеих анионных группировок дает дополнительные возможности для формирования дефектов, являющихся ловушками для электронов и дырок, образующихся при ионизирующем облучении материала. При анализе литературы была обнаружена фторфосфатная фаза состава $\text{Li}_9\text{Mg}_3[\text{PO}_4]_4\text{F}_3$, оптические свойства которой ранее никем не исследовались.

В настоящей работе проведено исследование ряда оптических и функциональных характеристик $\text{Li}_9\text{Mg}_3[\text{PO}_4]_4\text{F}_3$, а также предложены способы их улучшения. Обнаружено, что $\text{Li}_9\text{Mg}_3[\text{PO}_4]_4\text{F}_3$ обладает интенсивным сигналом термолюминесценции (ТЛ), линейностью дозовой зависимости и низким значением фединга. Однако ТЛ-выход литий-магниевого фторфосфата недостаточен для его практического применения.

Усиление дозиметрических характеристик достигалось при помощи термообработки с использованием микроволнового излучения (СВЧ) и введения редкоземельных элементов (РЗЭ, RE) в структуру фторфосфата. Исследование ТЛ-свойств показало, что оба метода действительно способствуют улучшению чувствительности матрицы литий-магниевого фторфосфата. Наилучшие характеристики получены для образца, допированного Dy при СВЧ-обработке, при этом удалось достигнуть суммарного усиления ТЛ-сигнала примерно в 20 раз (рис. 1).

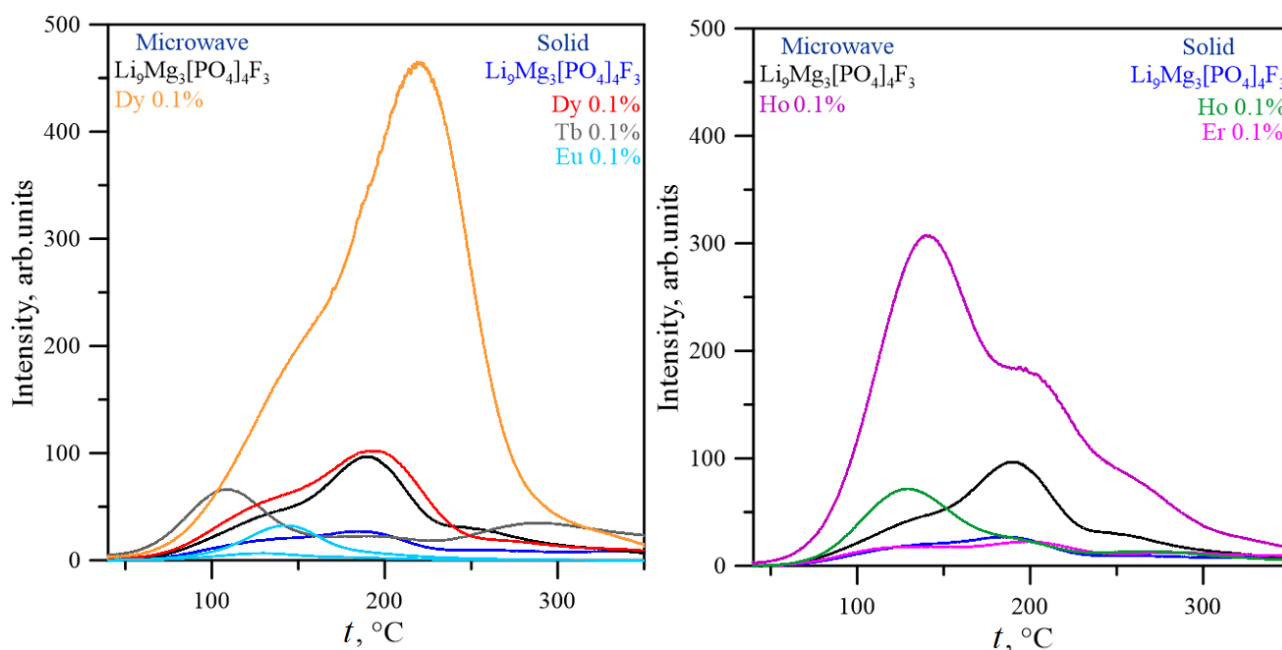


Рис. 1. Кривые ТЛ для $\text{Li}_9\text{Mg}_3[\text{PO}_4]_4\text{F}_3:\text{RE}$ (RE = Dy, Tb, Eu, Ho, Er)

При изучении спектрального состава термолюминесценции $\text{Li}_9\text{Mg}_3[\text{PO}_4]_4\text{F}_3:\text{RE}$ было обнаружено, что для различных РЗЭ усиление термолюминесценции может достигаться за счет двух различных механизмов высвечивания. В первом случае высвечивается сам ион-активатор, то есть РЗЭ, этот механизм наблюдается для Dy, Tb и Eu. В этом случае основной компонентой спектров являются линии, связанные с переходами в самих РЗЭ.

Второй механизм наблюдается для Ho и Er. В данном случае РЗЭ выступает в роли сенситизатора. На спектре отсутствуют эмиссионные полосы, характерные для данного РЗЭ, а высвечивается только многократно усиленная линия матрицы при 400 нм. В данном случае энергия, полученная редкоземельными элементами под действием ионизирующего излучения, передается дефектам матрицы с последующим их высвечиванием при термолюминесценции. Оба механизма высвечивания позволяют получить конкурентноспособный дозиметрический материал.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 20-13-00121-П).