

ФОСФОРЕСЦЕНЦИЯ ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ФОСФОРОВ SrS-Cu, Eu

А. Г. Гольдман и И. Л. Романенко

Обнаружена длительная фосфоресценция центров европия после электролюминесценции фосфоров SrS-Cu, Eu. Спектр фосфоресценции после электровозбуждения совпадает со спектром обычной фосфоресценции после фотовозбуждения в области примесного ($\lambda_{\text{возб.}} = 365$ нм) и основного поглощения ($\lambda_{\text{возб.}} = 253$ нм). Затухание фосфоресценции на начальных стадиях складывается из двух компонент — экспоненциальной и гиперболической, а на более поздних — строго подчиняется гиперболическому закону.

Как известно, затухание свечения у цинк-сульфидных электролюминофоров имеет длительность порядка 10^{-5} — 10^{-7} и 10^{-3} сек. у электролюминофоров ZnS-Mn (10^{-3} сек. — время жизни иона Mn^{2+} в возбужденном состоянии). Исключения составляют специально приготовленные электролюминофоры ZnS-Cu, Al, способные запасать светосумму во время возбуждения электрическим полем [1]. Как указывают авторы, величина запасенной светосуммы примерно в 100 раз меньше, чем у фотоллюминофоров, но значительно больше, чем у всех исследованных ранее электролюминофоров. Но и у этих фосфоров послесвечение наблюдается только в течение одной—полтора минут после прекращения возбуждения.

Нами наблюдалась длительная фосфоресценция после электролюминесценции фосфоров SrS-Cu, Eu.

Способность фосфоров на основе сульфида стронция, активированного редкими землями, запасать большую светосумму, известна еще со времен Ленарда и является предметом многочисленных исследований [2-4]. Интересно, что эту способность фосфоры сохраняют и при возбуждении электрическим полем.

Электролюминофоры на основе SrS синтезировались из SrCO_3 и S в присутствии плавня CaF_2 при температуре 900—1000°С в нейтральной атмосфере (азот или аргон) и активировались медью в количестве $10^{-3} \frac{\text{г Cu}}{\text{г SrS}}$ и европием в количестве $4 \cdot 10^{-4}$ — $3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{г Eu}}{\text{г SrS}}$.

Спектр электролюминесценции фосфоров SrS-Cu, Eu состоит из двух полос: полосы излучения меди ($\lambda_{\text{max}} = 530$ нм) и полосы излучения европия ($\lambda_{\text{max}} = 620$ нм) (рис. 1). Спектр послесвечения после возбуждения электрическим полем совпадает со спектром фосфоресценции после фотовозбуждения в области примесного ($\lambda_{\text{возб.}} = 365$ нм) и основного поглощения ($\lambda_{\text{возб.}} = 253$ нм) и состоит из одной полосы — полосы излучения европия (кривая 2 на рис. 1). Зеленая компонента в спектре фосфоресценции отсутствует (при измерении спектра фосфоресценции через 5, 10 сек. и 2 мин. после прекращения возбуждения).

Интенсивность фосфоресценции после электролюминесценции зависит от напряжения и длительности действия электрического поля, их увеличение аналогично увеличению уровня возбуждения для обычной фосфоресценции.

Исследования затухания фосфоресценции после возбуждения переменным электрическим полем (частотой 6000 гц) с различной напряжен-

ностью (1000, 1050 и 1100 в при толщине слоя 0.1 мм) и длительностью (2, 5, 10 и 20 мин.) и после фотовозбуждения (длинами волн 365 и 546 нм) показали, что при обоих способах возбуждения на начальных стадиях затухание аддитивно складывается из двух компонент — мономолекулярной и биомолекулярной. Первая компонента в течение полутора минут падает до 0.1 начального значения, а вторая компонента за 4—5 мин. уменьшается только до 0.25 начального значения. Поэтому после двух-трех минут экспоненциальная компонента в затухании

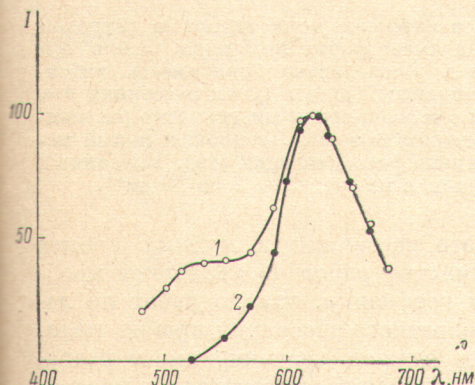


Рис. 1. Спектр электролюминесценции (1) и фосфоресценции (2) фосфора SrS-Cu (10^{-3}), Eu ($1.6 \cdot 10^{-3}$).

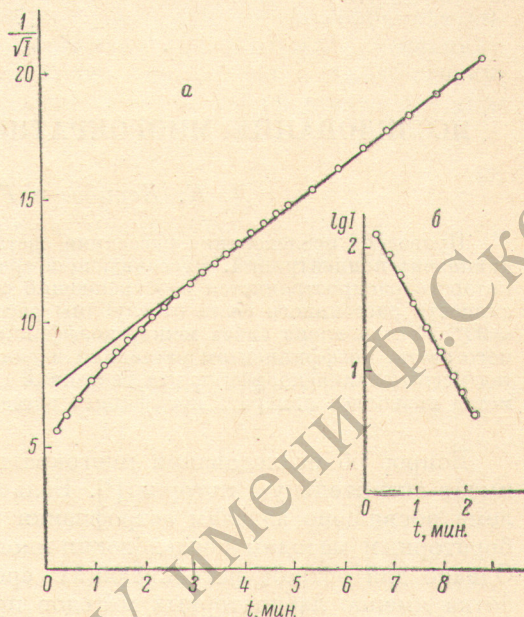


Рис. 2. Затухание фосфора SrS-Cu, Eu после возбуждения электрическим полем (6000 гц, 1100 в) в течение 2 мин.

практически отсутствует и затухание в дальнейшем следует гиперболическому закону. На рис. 2, представлено затухание фосфора SrS-Cu (10^{-3}), Eu ($1.6 \cdot 10^{-3}$) после действия электрического поля 1100 в в течение двух мин. Из рис. 2, а видно, что на более далеких стадиях затухания точки хорошо ложатся на прямую в координатах $\frac{1}{\sqrt{I}}$ от t .

Разность между экспериментальной кривой на ранних стадиях затухания и прямой гиперболического закона представляет собой экспоненциальную компоненту затухания (рис. 2, б). Таким образом, затухание фосфоресценции подчиняется следующей эмпирической формуле:

$$I = A_1 e^{-b_1 t} + \frac{A_2}{(1 + b_2 t)^2}.$$

Гиперболический закон затухания является обычным для рекомбинационной люминесценции. Экспоненциальная компонента на начальных стадиях затухания может быть обусловлена рекомбинацией электронов, каждого со «своим» ионизованным центром свечения (в отсутствие повторных прилипаний) [5].

Литература

- [1] Е. Е. Букке, Л. А. Винокуров, М. В. Фок. Опт. и спектр., 5, 172, 1958.
- [2] F. Urbach, D. Pearlman, H. Hemmendinger. J. Opt. Soc. Am., 36, 372, 1946.
- [3] P. Grauer. Ann. Phys., 9, 225, 1951.
- [4] В. Л. Левшин, В. В. Михайлин, В. В. Низовцев. Изв. АН СССР, сер. физ., 30, 1552, 1966.
- [5] В. В. Антонов-Романовский. Кинетика фотолюминесценции кристаллофосфоров. М., 1966.

Поступило в Редакцию 15 октября 1969 г.