

М. Н. АЛЕНЦЕВ, В. В. АНТОНОВ-РОМАНОВСКИЙ и Л. А. ВИНОКУРОВ

ЗАВИСИМОСТЬ ВЫХОДА ЗЕЛЕННОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ФОСФОРА $ZnS-Cu$ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ВОЗБУЖДЕНИЯ

(Представлено академиком Г. С. Ландсбергом 12 III 1954)

При измерении зависимости яркости зеленой люминесценции фосфора $ZnS-Cu$ от интенсивности возбуждающего света (во время возбуждения) нами обнаружены два рода отклонений от пропорциональности между этими величинами. При очень слабом возбуждении яркость люминесценции растет быстрее, чем пропорционально интенсивности возбуждающего света. Затем в некотором интервале имеется пропорциональность, а при дальнейшем усилении возбуждения рост яркости люминесценции начинает отставать от роста интенсивности возбуждающего света.

Для того чтобы выяснить, не вызывается ли наблюдаемая нелинейность изменением поглощения возбуждающего света, была определена зависимость квантового выхода, т. е. отношения числа квантов, испускаемых при люминесценции, к числу поглощаемых квантов возбуждающего света, от интенсивности возбуждения. На рис. 1 представлены полученные данные для фосфора $ZnS-Cu$ (10^{-4} г Cu на 1 г ZnS), возбуждаемого светом ртутной линии 405 м μ , при изменении интенсивности возбуждающего света больше чем в 10^6 раз. Зеленая полоса свечения выделялась при помощи желтого светофильтра, срезающего голубую полосу. Как видно из рис. 1, указанная закономерность имеет место и для выхода люминесценции. Поглощение возбуждающего света оказалось слабо зависящим от интенсивности возбуждения.

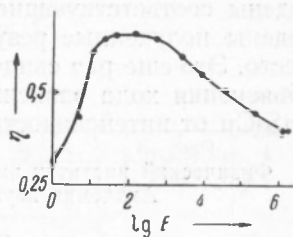


Рис. 1

Было сделано предположение, что два типа нелинейности, соответствующие очень слабому и сильному возбуждению, обусловлены следующими явлениями, имеющими место при рекомбинационной люминесценции. Наличие небольшого мономолекулярного тушения («внешнего» тушения) практически не сказывается на выходе люминесценции при сильном возбуждении, когда число актов рекомбинации относительно велико. При очень же слабом возбуждении, когда число актов тушения, пропорциональное числу возбужденных центров, начинает превалировать над числом рекомбинаций, пропорциональным квадрату числа возбужденных центров, внешнее тушение приводит к заметному уменьшению выхода. Спад выхода при сильном возбуждении объясняется тем, что при этом в рекомбинацию с ионизованными центрами вступает большое число электронов, освобождаемых из мест захвата не тепловым движением («тепловых» электронов), а самим возбуждающим светом («оптических» электронов), что приводит к неэффективной затрате квантов этого света. Кроме того, рекомбинация с оптическими электронами в этом фос-

форе не приводит к излучению, а вызывает тушение возбужденного центра.

Такое объяснение представляется наиболее естественным и соответствующим известным опытным фактам. Так, Рилем ⁽¹⁾ указано, что нелинейность при слабом возбуждении может быть обусловлена внешним тушением. В том же году В. В. Антонов-Романовский и Г. С. Кочергин ⁽²⁾ произвели расчет подобного явления. Вытекающие из этого расчета линейная зависимость выхода и квадратичная зависимость яркости свечения от интенсивности возбуждающего света и зависимость внешнего тушения от температуры были экспериментально подтверждены Ф. Урбахом и др. ⁽³⁾, а изменение характера затухания от гиперболического к экспоненциальному — Л. А. Винокуровым ⁽⁴⁾.

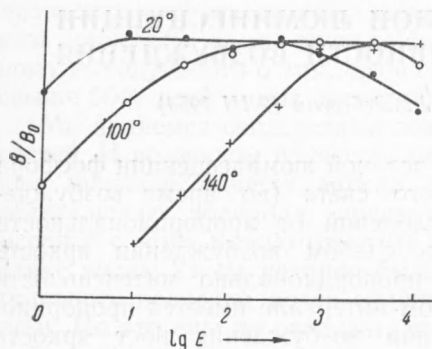


Рис. 2

различной эффективности рекомбинации оптических и термических электронов, то она была доказана для люминесценции фосфоров ZnS-Cu и ZnS-Cu-Co прямыми опытами Винокурова ⁽⁴⁾.

Из предлагаемого объяснения двух типов нелинейности следует, что начало спада выхода как при слабом возбуждении, так и при сильном должно при повышении температуры смещаться в сторону больших интенсивностей возбуждающего света. Действительно, внешнее тушение, как требующее некоторой энергии

активации, должно возрастать при увеличении температуры фосфора. С другой стороны, повышение температуры увеличивает относительное число термических электронов, и для обнаружения влияния оптических электронов потребуется большая интенсивность возбуждения. Были проведены соответствующие температурные измерения. Из рис. 2, где приведены полученные результаты, видно, что указанные смещения имеют место. Это еще раз свидетельствует в пользу правильности предлагаемого объяснения хода зависимости выхода зеленой люминесценции фосфора ZnS-Cu от интенсивности возбуждающего света.

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР

Поступило
5 III 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ N. P. Riehl, Zs. f. techn. Phys., 20, 152 (1939). ² В. В. Антонов-Романовский, Г. С. Кочергин, ДАН, 24, 430 (1939). ³ F. Urbach, A. Urbach, M. Schwartz, JOSA, 37, 122 (1947). ⁴ Л. А. Винокуров, ДАН, 85, 529 (1952).