

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СПЕКТРЫ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ КРИСТАЛЛОВ ZnS-Cu, Tm

Е.Е. Букке, Е.Ю. Львова, М.В. Фок

Исследовано влияние магнитного поля на спектры электролюминесценции кристаллов ZnS-Cu, Tm. Обнаружено увеличение интенсивности узких полос Tm^{3+} под действием магнитного поля, различное для разных полос. Наблюдаемый эффект объясняется влиянием магнитного поля на электроны с высокой энергией.

В работе /1/ показано, что спектр свечения кристаллов ZnS-Cu, Tm при возбуждении электрическим полем состоит из узких полос Tm^{3+} и их относительная интенсивность зависит от напряжения. С ростом напряжения интенсивность полос, принадлежащих переходам с низких энергетических уровней, растет быстрее, чем интенсивность полос, обусловленных переходами с более высоких уровней. Это, на первый взгляд, парадоксальное обстоятельство объясняется изменением распределения свободных электронов по энергиям, вызванным изменением роли рассеяния. При некотором направлении импульса электрон не может достигнуть энергии, нужной для возбуждения данного уровня, даже дойдя до края зоны Бриллюэна, но в результате рассеяния его импульс может изменить направление на более благоприятное, при котором достижение требуемой энергии возможно. Чем больше напряженность электрического поля, тем быстрее электрон достигает края зоны Бриллюэна и тем меньше у него шансов испытать рассеяние. Поэтому с ростом напряжения доля самых высокоэнергетичных электронов уменьшается.

Таким образом, рассеяние может играть положительную роль в процессе приобретения энергии электронами. Поэтому представлялось интересным исследовать влияние магнитного поля на электролюминесценцию кристаллов ZnS-Cu, Tm, т.к. сила Лоренца также изменяет направление импульса электрона и в этом отношении действие магнитного поля подобно действию рассеяния. Другими словами, магнитное поле должно влиять на относительную интенсивность полос Tm в тех же кристаллах.

Исследовались кристаллы ZnS-Cu, Tm с концентрацией Cu и Tm $5 \cdot 10^{-5}$ г/г, такие же как и в работе /1/. Они содержали мало кислорода и имели относительно слабые широкие голубую и зеленую полосы меди и кислорода и интенсивные узкие полосы Tm^{3+} . Свечение возбуждалось напряжением от 0,5 до 1 кВ с частотой 2,3 кГц.

Исследуемый кристалл помещался в магнитное поле напряженностью 5 кЭ, направленное по

оси (111). Электрическое поле прикладывалось в наиболее благоприятном направлении ($1\bar{1}0$) и было перпендикулярно магнитному. Свечение наблюдалось вдоль направления магнитного поля через отверстия в магните. Спектры электролюминесценции снимались на монохроматоре УМ-2. Специальными опытами было проверено, что паразитное (рассеянное) магнитное поле электромагнита мало влияет на работу ФЭУ. Измерения проведены при комнатной температуре.

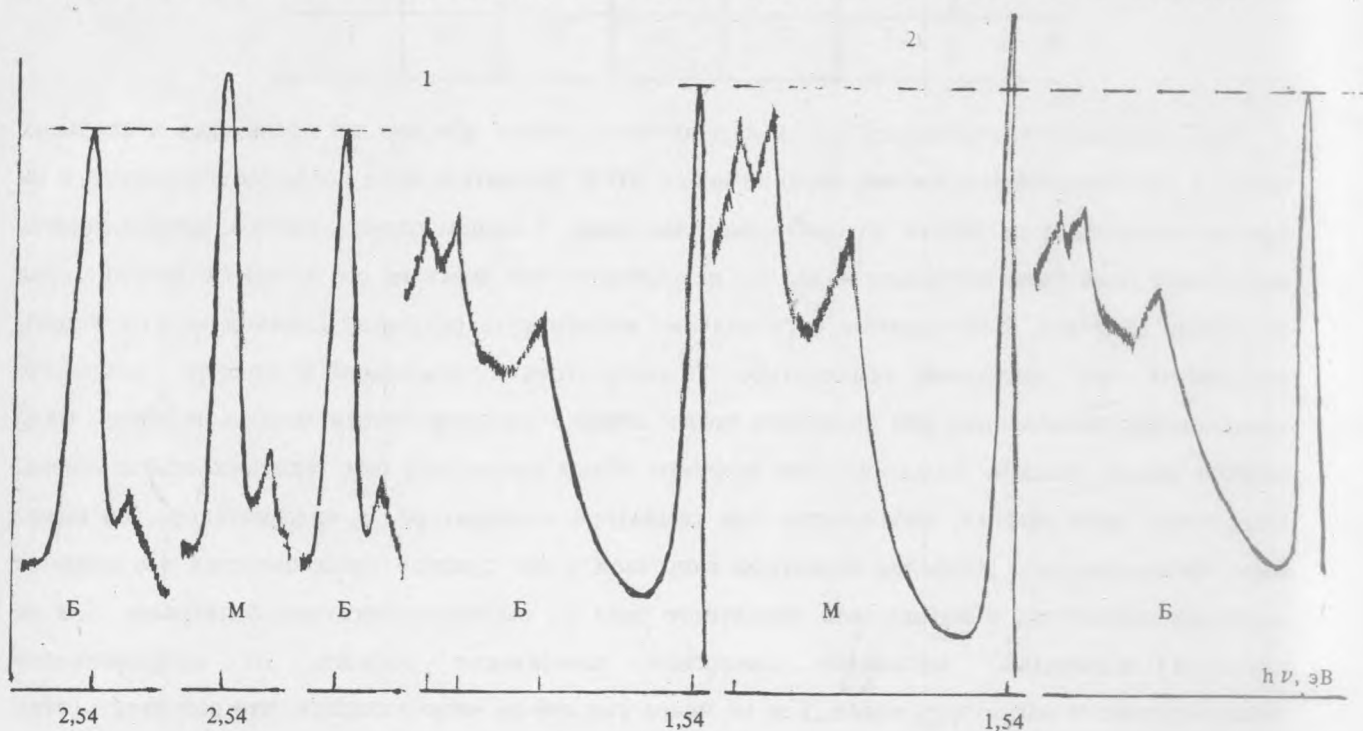


Рис. 1. Спектры электролюминесценции кристаллов ZnS-Cu, Tm в голубой (1) и красной (2) частях спектра: М — с магнитным полем, Б — без него.

На рис. 1 представлены фрагменты спектра электролюминесценции кристаллов ZnS-Cu, Tm в голубой (1) и красной (2) частях спектра; группа полос измерялась сначала без магнитного поля (Б), затем при действии магнитного поля (М) и вновь без магнитного поля (Б). Как видно из рисунка, интенсивность как голубых, так и красных полос возрастает под действием магнитного поля; однако увеличение для каждой из полос разное (см. табл. 1). Таким образом, как и ожидалось, магнитное поле заметно влияет на спектр электролюминесценции и интенсивность полос растет при действии магнитного поля, но монотонной зависимости интенсивности свечения от энергии кванта не наблюдается.

Т а б л и ц а 1

Относительное увеличение интенсивности Δ в максимуме узких полос Tm^{3+} под действием магнитного поля

$h\nu$, эВ	1,543	1,745	1,840	1,875	2,510	2,541
Δ , %	13	19	23	20	18	12

ЭДС Холла не могла влиять на спектр люминесценции ибо она не превышает нескольких вольт, а приложенное напряжение было не менее 500 В. Магнитное поле могло бы действовать и на центры свечения, а не только на свободные электроны. В нашем случае, однако, напряженность магнитного поля была настолько мала, что непосредственное действие его на центр свечения вряд ли можно заметить. Наблюдаемые спектральные полосы суть результат слияния многих линий, уширенных при комнатной температуре. Поэтому тонкие изменения в спектре, например, зеемановское расщепление или появление новых линий вследствие снятия запрета по спине, мало меняют форму полосы. Возможно, эти эффекты могут проявиться при гелиевых температурах. Описанный нами эффект, наблюдается при комнатной температуре, и, следовательно, он имеет иное происхождение. Наиболее вероятной гипотезой о его природе представляется высказанное выше предположение о воздействии магнитного поля на высокоэнергетичные электроны. Для ее проверки желательно выполнить измерения зависимости эффекта от напряженности электрического и магнитного полей. Тем не менее уже сейчас можно сказать, что результаты этих и прежних опытов /1-3/ можно истолковать с единой точки зрения, исходя из представлений о влиянии различных факторов на функцию распределения электронов по энергиям.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Львова Е.Ю., Фок М.В. ФТТ, 29, 249 (1987).
2. Грамин Л.М. и др. ЖПС, 48, 1014 (1988).
3. Львова Е.Ю., Фок М.В. ЖПС, 52, 157 (1990).

Поступила в редакцию 3 июня 1991 г.