

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 535.376

Т. С. БЕССОНОВА, В. К. СНЕТКОВ

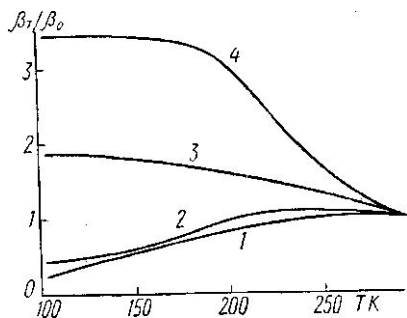
### ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КВАРЦЕВОГО СТЕКЛА ПРИ ЭЛЕКТРОННОМ ВОЗБУЖДЕНИИ

Имеющиеся в распоряжении экспериментаторов теории электронных состояний в неупорядоченных системах типа стекол не позволяют в настоящее время с достаточной надежностью утверждать существование четко выраженной зонной структуры в этих объектах. Однако ряд авторов полагает, что описание радиационно-оптических явлений в кварцевых стеклах с помощью зонной теории в первом приближении дает удовлетворительные результаты [1—5]. В настоящей работе показывается хорошая применимость основных понятий зонной теории для объяснения процессов поглощения и испускания энергии ионизирующей радиации в кварцевых стеклах.

Установленная нами идентичность основных характеристик радиолюминесценции (спектральный состав, кинетика возгорания и затухания) для кристаллического кварца и кварцевого стекла указывает на то, что в кварцевом стекле излучательные процессы протекают, по-видимому, в упорядоченных областях.

Возбуждение радиолюминесценции в твердом теле согласно зонной схеме электронных переходов может происходить либо путем непосредственной ионизации центров свечения, либо путем ионизации регулярных атомов с последующей передачей поглощенной энергии центрам свечения [6]. Рассмотрим, какой вид в обоих случаях будет иметь температурная зависимость свечения. Пусть образец кварцевого стекла при некоторой температуре длительное время облучается достаточно малым потоком электронов, а поглощение энергии возбуждения происходит преимущественно на элементах основного вещества. Дырки, мигрируя в валентной зоне, с некоторой вероятностью могут оказаться вблизи центров свечения и вызвать их экзотермическую ионизацию. Рекомбинация ионизованных центров свечения и свободных электронов при определенных условиях приводит к испусканию квантов света. С понижением температуры опыта температурное тушение люминесценции уменьшается, а выход люминесценции должен увеличиваться. При дальнейшем понижении температуры температурное тушение становится незначительным или исчезает полностью, и выход люминесценции перестает зависеть от температуры.

Иначе протекает процесс при стационарном свечении кварцевого стекла, если люминесценция возбуждается преимущественно путем непосредственного поглощения энергии центрами свечения. При понижении температуры опыта концентрации элек-



Зависимость относительного изменения яркости свечения от температуры при облучении электронами образцов легированного кварцевого стекла: 1 — 0,1%  $CeO_2$ , 2 — 0,1%  $Tb_2O_3$ , 3 — 0,5%  $Al_2O_3$ , 4 — 0,05%  $TiO_2$

тронов на уровнях прилипания и дырок на ионизованных центрах свечения будут увеличиваться, а концентрация свободных центров свечения — уменьшаться. Этот процесс приведет к уменьшению числа актов поглощения энергии центрами свечения, что вызовет уменьшение выхода люминесценции.

Нами была исследована зависимость выхода люминесценции кварцевого стекла с различными примесями при облучении электронами радиоактивного препарата  $Ti^{204}$  в интервале температур от комнатной до азотной. Плотность потока электронов источника составляла около  $10^7$  эл.-сек $^{-1}$ .см $^{-2}$  со средней энергией 240 кэВ. На рисунке представлены зависимости выхода люминесценции кварцевого стекла от температуры, выраженные в относительных единицах  $\beta_T/\beta_0$ , где  $\beta_T$  — выход люминесценции при температуре  $T$ ,  $\beta_0$  — выход люминесценции при комнатной температуре. При понижении температуры кварцевых стекол, легированных элементами редких земель, выход люминесценции уменьшается (кривые 1, 2). Это свидетельствует о том, что наряду с поглощением энергии возбуждения в основном веществе существенный вклад в интенсивность люминесценции вносят процессы непосредственного поглощения энергии возбуждения на примесных центрах свечения. Действительно, спектральный состав люминесценции этих кварцевых стекол имеет линейчатый вид, характерный для каждого типа примеси. Введение элементов редких земель в кварцевое стекло увеличивает выход люминесценции в 10–100 раз. Все это указывает на то, что основное свечение происходит на примесных центрах.

Выход люминесценции кварцевых стекол с примесями атомов легких металлов при понижении температуры ниже 150 К не изменяется (кривые 3, 4). Спектры люминесценции для этих образцов представляют собой широкую бесструктурную полосу, так же как и у чистого кварцевого стекла. Введение ионов этих элементов практически не изменяет выхода люминесценции. Такую зависимость выхода люминесценции от температуры, как указано выше, можно объяснить тем, что энергия возбуждения в основном поглощается регулярными атомами вещества.

Аналогичные результаты получили авторы работы [7] при исследовании выхода люминесценции для кристаллофосфоров при возбуждении светом.

Таким образом, выводы, полученные при применении основных понятий зонной теории строения твердого тела для объяснения процессов поглощения энергии возбуждения, выхода люминесценции и ее температурной зависимости в случае неупорядоченных систем типа стекол хорошо согласуются с результатами эксперимента.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бреховских С. М., Викторова Ю. Н. и др. Основы радиационного материаловедения стекла и керамики. М., 1971.
2. Бюргановская Г. В., Варгин В. В. и др. Действие излучений на неорганические стекла. М., 1968.
3. Юдин Д. М. ДАН СССР, 195, 79, 1970.
4. Yuosuke Yokota. «Phys. Rev.», 91, 1013, 1953.
5. Трухин А. Н., Силян А. Р. и др. «Изв. АН СССР», 33, 911, 1969.
6. Адирович Э. И. Некоторые вопросы теории люминесценции кристаллофосфоров. М., 1956.
7. Алукер Э. Д., Мезина И. П. «Оптика и спектроскопия», 22, 788, 1967.

Поступила в редакцию  
16.6 1972 г.

НИИЯФ

УДК 551.482.215.72.532.582

В. С. КРУПОДЕРОВ, Н. А. МИХАЙЛОВА

### ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МЕХАНИЗМА РАЗМЫВА НЕОДНОРОДНЫХ ГЛИНИСТО-ЩЕБНИСТЫХ ГРУНТОВ

При оценке воздействия водного потока на поверхность несвязного грунта пользуются понятием критической скорости, представляющей собой скорость, отвечающую условиям предельного равновесия частиц грунта на дне потока. При определении критической скорости имеются трудности, связанные со случайным характером процесса отрыва частиц от дна, что вызывает необходимость построения вероятностных