

никали из основного состояния $4f^7 6s^2 a^8 S_{7/2}^0$. Число обработанных снимков для различных линий было различным и колебалось от 5 до 25. Вследствие того что большинство спектральных линий E_{ul} , для которых измерялись числа f в настоящей работе, были очень слабыми, а с другой стороны, исследуемая область была не благоприятной для получения хороших интерференционных картин, погрешность измерений $f_{отп}$. была несколько выше погрешности, которая обычно имеет место при измерении методом кривок относительных чисел f спектральных линий, возникающих из основного состояния атомов. Для большинства линий погрешность составляет $10 \div 15\%$, а для нескольких линий доходит до 25% (такие линии отмечены звездочкой). Погрешность абсолютных чисел необходимо увеличить еще на 4% .

Как следует из наших измерений, для спектральных линий 2379.65, 2375.31 и 2372.85 Å, соответствующих переходам $4f^7 6s^2 \ 8S_{7/2}^0 - 4f^7 6d^6 p^8 P_{9/2, 7/2, 5/2}$, отношение интенсивностей равно $10 : 8.2 : 5.8$, что находится в хорошем согласии с отношением теоретических интенсивностей, предполагаемых для этих линий в работе [3].

В заключение автор выражает глубокую благодарность Н. П. Пенкину за внимательное руководство настоящей работой.

Литература

- [1] G. Smith, B. G. Wybourne. JOSA, 55, 121, 1965.
- [2] H. N. Russell, A. King. Astr. J., 90, 155, 1939.
- [3] G. Smith, B. S. Collins. JOSA, 60, 866, 1970.
- [4] В. А. Комаровский, Л. Н. Шабанова, Н. П. Пенкин. Отп. и спектр., 25, 155, 1968.
- [5] A. S. King. Astr. J., 89, 377, 1939.

Поступило в Редакцию 5 апреля 1972 г.

УДК 535.373.2

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ МЕЖДУ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ИОНАМИ В НАТРИЕВОБОРОСИЛИКАТНЫХ СТЕКЛАХ ПРИ МИКРОРАСЛАИВАНИИ

Г. В. Образцов, А. Л. Рейшахрит и М. Н. Толстой

Известно, что развитие ликвационного раслаивания в стеклах приводит к преимущественному вхождению редкоземельного активатора в микрофазу, обогащенную щелочью [1-5]. Это проявляется в сокращении длительности люминесценции неодима, вызванной повышением его эффективной концентрации и развитием концентрационного тушения. Однако такое тушение — недостаточно информативный критерий степени развития ликвации, так как для количественной оценки необходимо сокращение τ более чем на 15% .

Если структурные перестройки действительно увеличивают вероятность передачи энергии между двумя ионами, то в качестве таких ионов удобно выбрать донор и акцептор, между которыми происходит эффективная сенсбилизация. При измерении относительной интенсивности свечения таких активаторов чувствительность эксперимента может быть существенно повышена.

В настоящей работе предпринята попытка исследования влияния структурных перестроек, вызванных закалкой и последующей термообработкой стекол, ведущей к микроликвации, на эффективность передачи между двумя редкоземельными ионами. Исследовался концентрационный ряд стекол типа ДВ-1 (7 мол. % Na_2O , 23 мол. % V_2O_5 , 70 мол. % SiO_2) с постоянным содержанием неодима — 0.2 мол. % и концентрациями иттербия — 0, 0.01, 0.02, 0.04, 0.08 и 0.16 мол. %. Типичный спектр люминесценции неодима и иттербия в исследованных стеклах приведен на рис. 1.

При синтезе стекол были выравнены начальные условия с точки зрения термической предистории образцов. С этой целью стекла вырабатывались в проточную воду и на закаленных таким способом образцах производились исходные измерения относительной интенсивности неодима и иттербия, положений максимумов и полуширин полос. Для исключения влияния реабсорбции измерения относительной интенсивности производились при 77°K в области 1.01 мкм люминесценции иттербия и 1.33 мкм — люминесценции неодима.

Закаленные образцы были подвергнуты термообработке в течение 1, 3, 24 и 72 час. при 530°C в соответствии с известными режимами для получения микронеоднородностей заданного размера [6]. Было обнаружено, что термообработка не влияет на поло-

жение и форму полос люминесценции. Это позволило связывать изменения относительной интенсивности полос неодима и иттербия только с изменением среднего расстояния между ними.

Результаты измерений приведены на рис. 2. Видно, что термообработка и, следовательно, микроликвационные перестройки в стекле увеличивают эффективность передачи энергии. Этот вывод находится в согласии с данными работ [1-5]. С другой стороны, обращает на себя внимание то, что влияние термообработки на передачу энергии сказывается только при временах выдержки более 3 час. и испытывает насыщение. Эту зависимость от длительности термообработки можно объяснить следующим образом. В результате обработки в течение 3 час. образуются неоднородности радиусом $\sim 20 \text{ \AA}$ [7]. В объеме такой неоднородности может находиться несколько сотен ионов

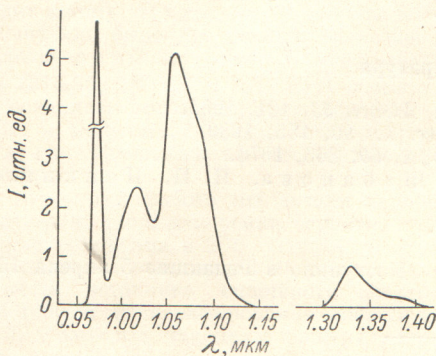


Рис. 1. Спектр люминесценции закаленного стекла типа ДВ-1. Концентрация Nd_2O_3 — 0.2 мол.%, концентрация Yb_2O_3 — 0.02 мол. %.

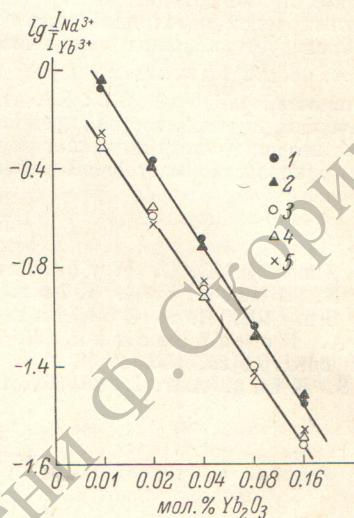


Рис. 2. Зависимость относительной интенсивности люминесценции неодима и иттербия от концентрации иттербия в закаленных и отожженных образцах.

1 — закаленные; отожженные: 2 — 1, 3 — 3, 4 — 24, 5 — 72 час.

активаторов, и, по-видимому, статистика взаимодействия между ними уже становится равновесной. При дальнейшей термообработке средний радиус неоднородностей растет по закону $r \sim t^{1/3}$ [7] и количество ионов в пределах каждой неоднородности увеличивается линейно со временем. Поскольку общий объем ликвационной фазы постояен, то эффективность передачи энергии сохраняет равновесную величину. Это может объяснить независимость передачи энергии от времени при длительных термообработках.

В результате обнаружено, что развитие микрорасплаивания в стеклах приводит к некоторому увеличению эффективности передачи энергии от неодима к иттербию по сравнению с закаленными образцами, однако этот эффект наблюдается лишь в начальной стадии ликвации. Увеличение длительности термообработки ликвирующего стекла не ведет к росту эффективности передачи энергии, и наблюдаемое насыщение объяснено постоянством общего объема ликвирующей фазы.

Авторы благодарят М. Ф. Мельникову за синтез стекол.

Литература

- [1] А. Л. Рейшахрит, М. Н. Толстой. Ж. прикл. спектр., 13, 50, 1970.
- [2] Е. М. Милюков, А. Л. Рейшахрит, М. Н. Толстой. ФТТ, 12, 525, 1970.
- [3] Н. Б. Брачовская, Г. О. Карапетян, А. Л. Рейшахрит, М. Н. Толстой. Опт. и спектр., 29, 328, 1970.
- [4] Т. М. Буркат, Е. И. Галант, Д. П. Добычин, А. Л. Рейшахрит, М. Н. Толстой. Изв. АН СССР, сер. неорг. матер., 7, 1026, 1971.
- [5] А. Л. Рейшахрит. Канд. дисс. Л., 1971.
- [6] Нормаль на стекло ДВ-1. НО 3075-59.
- [7] Д. П. Добычин, Н. Н. Киселева. ЖФХ, 32, 27, 1958.

Поступило в Редакцию 5 апреля 1972 г.