

## УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ДВУХ ТИПОВ СПЕКТРОВ В ОБЛУЧЕННЫХ КРИСТАЛЛАХ $\text{CaF}_2$

Е. К. ЗАВАДОВСКАЯ, Л. А. ЛИСИЦЫНА, В. М. ЛИСИЦЫН

В настоящее время в литературе дискутируется вопрос относительно причин появления при фотохимическом и аддитивном окрашивании кристаллов  $\text{CaF}_2$  двух типов спектров: спектра Смакулы, состоящего из четырех полос с максимумами на 225, 335, 400 и 580 мкм и спектра типа Мольво, самыми большими полосами которого являются полосы с максимумами на 380 и 525–560 мкм. Люти и Фонг [1, 2] приписывают появление различных типов спектров влиянию термической обработки кристалла в процессе аддитивного окрашивания.

Ряд авторов [3, 4] объясняет появление спектра Мольво присутствием в кристалле кислорода. Бонтинк [5] считает, что вид спектра зависит от энергии излучения, Призбрам [6] — от дозы облучения. Ратнам [7] — от температуры облучения. Выяснение причин появления двух

типов спектров имеет принципиальное значение при решении вопроса об образовании центров окраски в кристаллах  $\text{CaF}_2$ .

В настоящем сообщении приводятся результаты исследований условий образования двух типов спектров в окрашенных кристаллах  $\text{CaF}_2$ .

Проведены следующие эксперименты. Кристалл  $\text{CaF}_2$ , прозрачный в диапазоне 200–1000 мкм, нагревался в кварцевой трубе при температуре 700°C, вакууме  $4 \times 10^{-2}$  мм рт. ст. в течение 4 часов, затем быстро охлаждался до комнатной температуры. Обнаружено, что в спектре такого кристалла появляется поло-

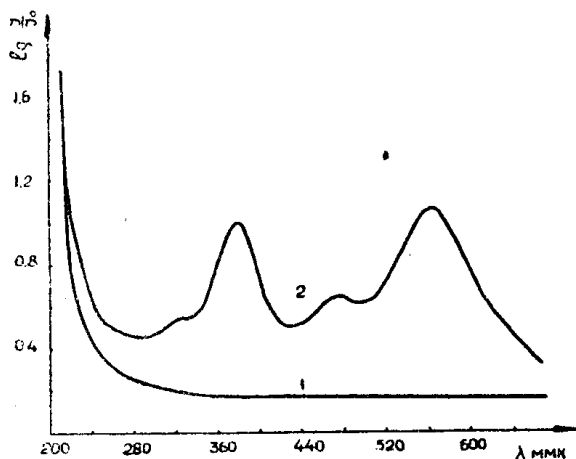


Рис. 1. Спектры кристалла  $\text{CaF}_2$ , подвергнутого термической обработке.  $d = 0.6$  см.  
1 — спектр кристалла до облучения,  
2 — кристалл облучен рентгеновскими лучами в течение 0,5 часа (70 кв 10 ма)

са с максимумом на 200 мкм. Последующее облучение этого кристалла рентгеновскими лучами, электронами или протонами вызывает появление в спектре дополнительных полос с максимумами на 320, 380, 470 и 560 мкм (рис. 1). Спектр кристалла, не имевшего до облучения полосы

в ультрафиолете, имеет вид спектра Смакулы и состоит из полос с максимумами на 225, 335, 400 и 580 мкм (рис. 2). Замечено, что чувствительность к окрашиванию кристалла  $\text{CaF}_2$ , имеющего полосу в ультрафиолете, резко возрастает по сравнению с кристаллом, прозрачным в этой области спектра.

Изучение спектров легированных кристаллов позволило обнаружить следующий факт: введение в кристалл  $\text{CaF}_2$  примеси натрия, которая, встраиваясь на место катиона, вводит с собой дополнительное число анионных вакансий, вызывает появление в спектре необлученного кри-

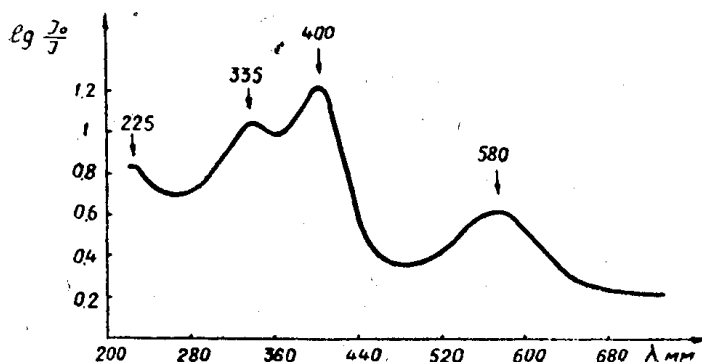


Рис. 2. Спектр кристалла  $\text{CaF}_2$ , не подвергнутого термической обработке.  $d = 0,6$  см. Кристалл облучен рентгеновскими лучами в течение 4,5 часа (70 кв 10 ма)

сталла полосу с максимумом на 210 мкм. Спектр такого кристалла, слабо облученного протонами энергией 2 Мэв, состоит из полос с максимумами на 206, 320, 380 и широкой полосы на 560 мкм (рис. 3). Необходимо

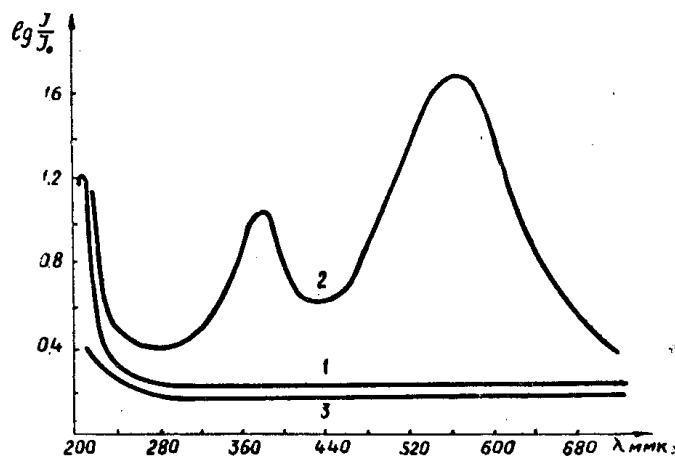


Рис. 3. Спектры кристалла  $\text{CaF}_2\text{—Na}$ .  
1 — кристалл до облучения,  
2 — кристалл облучен протонами, доза  $1,2 \cdot 10^{13}$  прогон/см<sup>2</sup>,  
3 — кристалл  $\text{CaF}_2$  до облучения

отметить, что спектр, подобный спектру облученного кристалла  $\text{CaF}_2\text{—Na}$ , наблюдается и в облученных синтезированных кристаллах  $\text{CaF}_2$ , выра-

щенных в нашей лаборатории из порошка  $\text{CaF}_2$ , полученном при синтезе хлорида кальция с фторидом натрия при  $1000^\circ\text{C}$  на воздухе.

Таким образом, кристаллы  $\text{CaF}_2$ , до облучения содержащие в ультрафиолете полосу поглощения, после облучения имеют спектр, отличный от спектра кристалла, до облучения прозрачного в ультрафиолете. Появление полосы может быть вызвано либо кислородом, входящим в кристалл в результате термической обработки или одновременно с введением в кристалл примеси Na [8], либо анионными вакансиями, вводимыми в кристалл примесью кислорода и натрия.

По-видимому, наличие в кристалле дефектов, обуславливающих полосу с максимумом на 205—210 *ммк*, приводит к резкому увеличению эффективности образования радиацией центров окраски, ответственных за полосы с максимумом на 380 и 560 *ммк*. Интенсивность этих полос значительно больше интенсивности полос спектра Смакулы при изодозном облучении, поэтому они и определяют вид спектра кристалла.

Авторы выражают благодарность Л. В. Загуменовой за помощь в проведении экспериментов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. F. Luty. Z. Physik. 134, 596, (1953).
2. F. K. Fong, R. N. Yocom. J. Chem. Phys. 41, 1383, (1964).
3. J. H. Schulman, R. J. Ginther, R. D. Kirk. J. Chem. Phys., 20, 1966 (1952).
4. D. Messner, A. Smakula. Phys. Rev. 120, 1162 (1960).
5. W. Bontinck, Physica 24, 639 (1958).
6. K. Przibram. Z. Physik, 154, 111 (1959).
7. V. V. Ratnam. Phys. Stat. Sol. 16, 559 (1966).
8. W. J. Scouler, A. Smakula. Phys. Rev. 120, 1154 (1960).