

ОБЪЕМНЫЕ ФОТОПРЕВРАЩЕНИЯ В ОКРАШЕННЫХ КРИСТАЛЛАХ LiF

О. В. Колокольцев, И. Н. Халимонова

Еще в пионерской работе [1] отмечалось, что люминесценция центров окраски (ЦО) возникает при возбуждении в F_2^- , F_3^+ и F_2^- -полосах, что по существу осталось без объяснения. Далее авторы [2] отмечали разрушение F_2^- и F_3^+ ЦО при накачке лазером с длиной волны 532 нм, а [3] — разрушение N -центров и рост F_2^- , F_3^+ , которые восстанавливаются до исходного уровня после выключения лазера накачки. Это и побудило нас повторить ряд экспериментов.

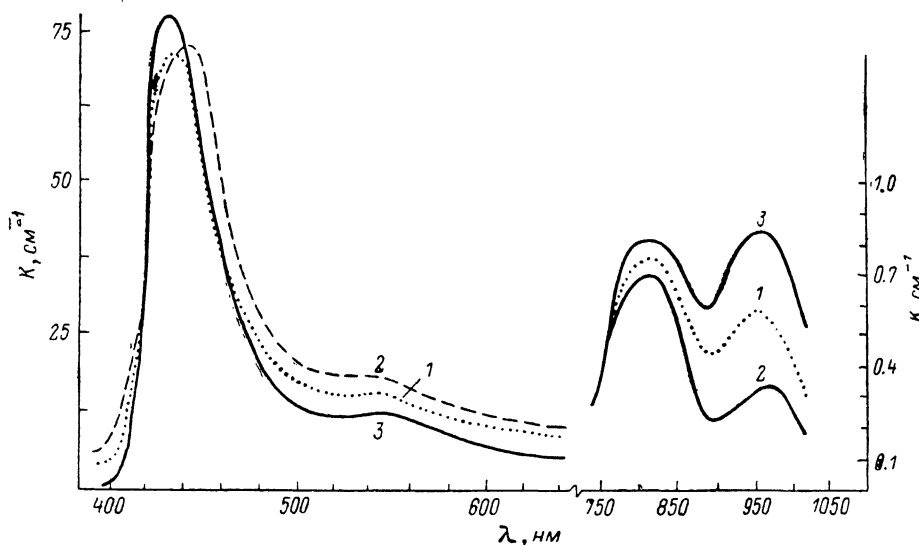


Рис. 1. Поглощение окрашенного кристалла LiF.

1 — исходная кривая; 2 — после облучения светом с длинами волн $\lambda_1=0.96$, $\lambda_2=0.63$ мкм; 3 — после облучения зеленым светом, линейно-поляризованным вдоль направления $\langle 110 \rangle$ кристалла, $\lambda=0.52$ мкм.

В настоящей работе проводилось облучение окрашенных кристаллов LiF вначале в полосу поглощения F_2^- -центров либо Nd-лазером ЛТН-101, либо через интерференционный светофильтр, а затем либо гелий-неоновым лазером, либо через красный светофильтр в полосу поглощения F_2^+ -центров. Происходившие изменения в спектре поглощения кристалла представлены на рис. 1 (кривые 1, 2). Как видно, при этом происходит разрушение F_2^- и F_3^+ ЦО, уширение и смещение в длинноволновую сторону полосы в области 450 нм, что свидетельствует о частичном преобразовании F_2^- в F_3^+ -центры, а также рост поглощения в области F_2^- - и N -полос. Наиболее значительны в процентном соотношении изменения в области полосы поглощения F_2^- -центров. Отсюда следует общий вывод: разрушаются F_2^- , F_2^+ , F_3^+ ЦО, растет число F_2^- , F_3^+ - и N -центров. Проконтролировать изменение в полосе поглощения F -центров не удастся из-за очень сильного поглощения в этой области. Отметим, что без предварительной подсветки в F_2^- -полосу поглощения описанные выше изменения не происходят.

Приведем интересные особенности процесса, которые нигде ранее не отмечались. Изменения в поглощении (рис. 1) происходят не только в облучаемой части кристалла, а по всему объему. При освещении участка

поверхности кристалла в несколько квадратных миллиметров изменение поглощения фиксируется на расстоянии в несколько сантиметров от места облучения кристалла. Эти изменения не зависят от расстояния между участками облучения и измерения в радиальном направлении, но обнаруживают азимутальную зависимость. На рис. 2 представлена такая зависимость для поглощения F_2^- -центров. Диаметр облученного пятна 1 мм, изменение поглощения фиксировалось по дуге окружности радиусом 18 мм от центра облучения. Из рис. 2 видно, что максимальное разрушение F_2^- -центров происходит в направлении $\langle 110 \rangle$. Эффективность преобразования центров не зависит от расстояния между облученным участком, на котором измеряется поглощение, по крайней мере на расстоянии до 4 см. Проверить однородность преобразования в большем объеме не удалось из-за отсутствия кристаллов большего размера.

При облучении этого же кристалла излучением в N -полосу ($\lambda_{\text{max}} = 520$ нм), поляризованным в направлении $\langle 110 \rangle$, в кристалле происходят обратные изменения: разрушаются N -, F_3^+ и F_2^+ -центры, а поглощение F_2^- и F_3^- ЦО возрастает, при этом может превышать исходное в два

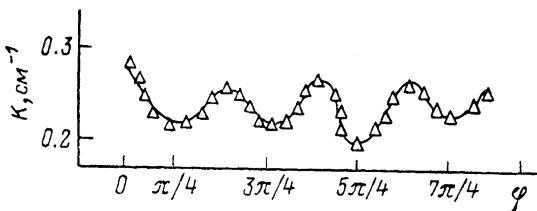


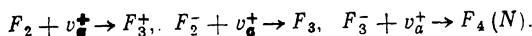
Рис. 2. Азимутальная зависимость поглощения F_2^- ЦО кристалла LiF.

раза (рис. 1, кривая 3). Здесь сохраняются обнаруженные особенности эффекта: изменения происходят во всем объеме, наблюдается азимутальная зависимость, аналогичная рис. 2, и не обнаруживается зависимость от расстояния между точками облучения и измерения в радиальном направлении.

Измерения проводились на различных кристаллах LiF, выращенных в вакууме и открытой атмосфере, окрашенных несколько месяцев назад и через несколько дней после окраски. Результаты качественно воспроизводятся на всех образцах. Это свидетельствует о том, что наблюдаемый эффект не связан с какой-либо примесью или маложивущими дефектами, имеющимися в кристалле сразу после облучения.

Для объяснения этого эффекта не подходит механизм резонансной передачи энергии от F_2^+ -центров к F_2^- , хотя полоса люминесценции F_2^+ ЦО перекрывается с полосой поглощения F_2^- ЦО. При таком механизме передачи возбуждения по кристаллу наблюдалась бы экспоненциальная зависимость в поглощении от расстояния до точки облучения. В наблюдаемом явлении не могут участвовать и электроны, их длина свободного пробега намного меньше. Так, в [4] показано, что при разрушении F_2^- ЦО ультрафиолетовым облучением, когда освобождаемый электрон попадает в зону проводимости, изменения поглощения происходят в приповерхностном слое кристалла глубиной менее 1 мм.

Наблюдаемая азимутальная зависимость наводит на мысль, что взаимодействие между центрами происходит преимущественно в направлении ориентированной по $\langle 110 \rangle$ цепочки ионов фтора. Здесь можно предложить следующий механизм. Ориентированные вдоль оси $\langle 110 \rangle$ центры F_2^+ при возбуждении распадаются на F -центр и анионную вакансию. При движении последней вдоль одной из осей $\langle 110 \rangle$ наиболее вероятна встреча с F -центром, что приведет опять же к образованию F_2^+ ЦО. Но возможны и такие реакции:



Основное затруднение здесь в том, что число анионных вакансий, которое может возникнуть при распаде F_2^+ -центров в облучаемой части кристалла, значительно меньше, чем число преобразованных центров по всему объему. Кроме того, остается неясной роль предварительной подсветки в область поглощения F_2^- -центров. В рамках такой модели не представляется возможным объяснить обратный эффект при подсветке в область N -полосы. Модель, которую можно предложить для обсуждения, основана на следующей гипотезе. При релаксации возбужденный F_2^- -центр может попасть в состояние с возбужденным локальным колебанием этого центра, обладающим большим временем жизни. В свою очередь возбуждение F_2^- -центра вызывает колебания анионной подрешетки того же типа симметрии, так как и F_2^- - и F_2^+ -центры занимают два соседних анионных узла, ориентированных вдоль оси $\langle 110 \rangle$. Вероятно, такое сочетание возбуждений приводит к рождению динамических краудионов, движущихся по анионной цепочке. Отсутствие литературных данных о численных значениях частот локальных колебаний агрегатных центров в кристалле LiF не позволяет обсудить это предположение более подробно, хотя в литературе есть сведения о том, что краудионная волна может двигаться сквозь кристалл как свободная частица [5].

Очевидно, что аналогичные изменения можно наблюдать и в кристалле NaF, где температура Дебая также значительно выше комнатной. Аналогичные условия существования динамических краудионов в других кристаллах можно получить только при пониженной температуре, т. е. в криостате, где наблюдение объемных эффектов затруднено.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Nahum J. // Phys. Rev. 1967. V. 158. N 3. P. 814—825.
- [2] Smith K., Sibbett W., Taylor J. D. // Opt. Comm. 1984. V. 50. N 4. P. 330—334.
- [3] Иванов Н. А., Лохныгин В. Д., Фомичев А. А. и др. // ЖПС. 1987. Т. 46. № 2. С. 207—211.
- [4] Михнов С. А., Страцкевич Л. И., Хюшненен В. П., Шкадаревич А. П. // ЖПС. 1983. Т. 39. С. 552—556.
- [5] Косевич А. М. Теория кристаллической решетки. Харьков, 1988.

Киевский государственный университет
им. Т. Г. Шевченко
Киев

Поступило в Редакцию
25 июля 1989 г.

ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЕ ОДНООСНО СЖАТЫХ КРИСТАЛЛОВ $AgGaS_2$

Л. М. Сусликов, Ю. А. Хазитарханов, З. П. Гадьмаши,
Д. Ш. Ковач, В. Ю. Сливка

В настоящей работе исследуется влияние одноосного сжатия различного направления на двулучепреломление $\Delta n(\lambda)$ монокристаллов $AgGaS_2$. Такие данные в литературе отсутствуют. Вместе с тем они дают возможность понять механизм трансформации зонной структуры кристалла под влиянием внешних воздействий и определить устойчивость к последним физических параметров кристалла. Исследования проводились при двух ориентациях давления P относительно оптической оси кристалла: $P \parallel C$ ($P \parallel [001]$) и $P \perp C$ ($P \parallel [010]$). Излучение распространялось в направлении $[100]$. Измерения проводились при комнатной температуре, интервал изменения давления составлял $0-14 \cdot 10^6$ Па. Метод