

## ОПТИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ В ПРУСТИТЕ ПРИ СТРУКТУРНОМ ФАЗОВОМ ПЕРЕХОДЕ ПЕРВОГО РОДА

*Д.Ф.Байса, Д.Д.Колендрицкий, С.В.Мальцев*

Впервые наблюдалась дифракция света на пространственной решетке, возникающей в кристалле прустита при фазовом переходе первого рода. Дифракция происходит как с поворотом плоскости поляризации, так и без него, в зависимости от поляризации падающего света и ориентации кристалла.

Монокристаллический прустит ( $\text{Ag}_3\text{AsS}_3$ ), синтетический материал обладающий полупроводниковыми, сегнетоэлектрическими и нелинейными оптическими свойствами<sup>1-3</sup>, и имеющий широкие перспективы практического применения, продолжает удивлять исследователей необычными свойствами и явлениями, происходящими в нем. Одно из таких явлений наблюдалось при освещении монокристаллической пластинки прустита как белым, некогерентным светом (лампа накаливания мощностью – 100 Вт), так и монохроматическим, когерентным (He – Ne-лазер мощностью 5 мВт) при температуре  $T$  ниже температуры структурного фазового перехода первого рода ( $T_c \sim 22 \text{ K}$ ).

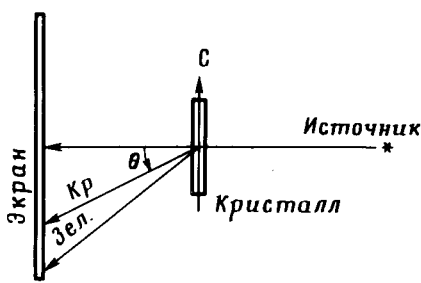


Рис. 1. Схема эксперимента

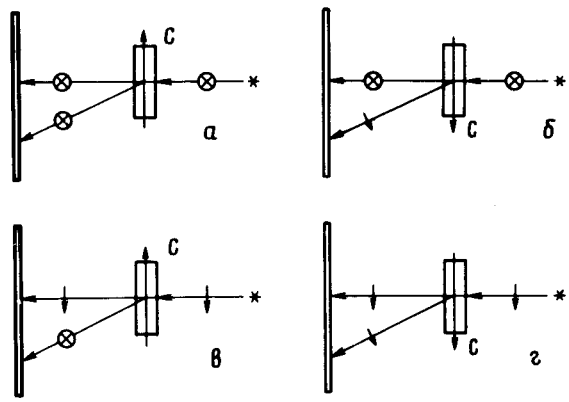


Рис. 3

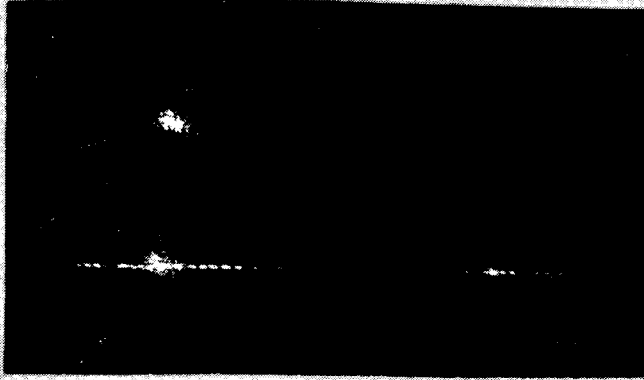


Рис. 2

Рис. 2. Расположением световых максимумов прошедшего через кристалл лазерного излучения ( $\lambda = 632,8 \text{ нм}$ ): *а* – до фазового перехода ( $T > T_c = 22 \text{ К}$ ); *б* – после фазового перехода ( $T < T_c = 22 \text{ К}$ )

Рис. 3. Варианты поляризации прошедшего и отклоненного лучей в зависимости от поляризации падающего света и ориентации кристалла ( $\otimes$  – свет поляризован перпендикулярно оси *C* кристалла;  $\rightarrow$  – поляризация параллельная оси *C* кристалла)

Исследуемый образец вырезался из були в виде плоскопараллельной пластинки (непараллельность не превышала  $30'$ ) так, что ось *C* кристалла лежала в плоскости пластинки. Толщина пластинки составляла порядка 100 мкм. Во время проведения эксперимента кристалл располагался в пространстве так, что плоскость пластинки была перпендикулярна горизонтальной плоскости, а ось *C* – параллельна ей. Схема эксперимента представлена на рис. 1.

Ниже  $T_c$  при облучении кристалла белым светом кроме основного прошедшего луча возникает дополнительный луч, отклоненный от основного на угол  $\theta$ . Оба луча лежат в плоскости, проходящей через ось *C* кристалла. Причем, если прошедший луч остается белым, то отклоненный разлагается в спектр от красного до зеленого цвета (более короткие длины волн кристалл поглощает). Оказалось, что угол отклонения  $\theta$  обратно пропорционален длине волны излучения ( $\theta \sim 1/\lambda$ ).

Поскольку в конструкции используемого криостата предусмотрено только одно окно, ось которого составляет угол  $45^\circ$  с падающим лучом, то неизвестно, наблюдается ли симметричный отклоненный луч с другой стороны от прошедшего. Однако, при повороте кристалла на  $180^\circ$  вокруг оси, перпендикулярной плоскости кристалла, наблюдался второй отклоненный луч.

При освещении образца когерентным монохроматичным светом с длиной волны  $\lambda = 632,8$  нм картина повторяется, причем каждый из лучей имеет периодическую пространственную структуру, которая состоит из основного максимума и дополнительных, расположенных симметрично по обе стороны от основного вдоль направления оси  $C$  кристалла (рис. 2). Угол отклонения дополнительного луча для указанной длины волны составляет  $40 \pm 0,5^\circ$ . Для  $\lambda = 514,5$  нм он увеличивается до  $70^\circ$ . Интенсивность прошедшего основного луча при возникновении отклоненных составляет примерно 60 % от первоначальной (до фазового перехода).

Поляризация прошедшего и отклоненного лучей зависит от поляризации падающего света и ориентации кристалла (рис. 3). Как видно из рисунка отклоненный луч возникает как с поляризацией падающего света, так и с поворотом поляризации на  $90^\circ$ .

Удивительным является характер дисперсии, который оказался обратным дисперсии на обычной дифракционной решетке и совпадает с характером дисперсии на призме. Это дает основание назвать возникающую в прустите дифракционную решетку необычной.

Таким образом, совокупность полученных экспериментальных результатов дает основание предположить, что в кристалле прустита в результате структурного фазового перехода первого рода образуется сверхрешетка. Оценка периода данной решетки дает значение порядка  $\sim 500$  нм. Так как ионы серебра  $Ag^+$  в прустите очень подвижны, то образование решетки может быть обусловлено перестройкой и упорядочением ионов  $Ag^+$  при фазовом переходе. В связи с этим можно ожидать, что подобные кристаллы при температурах ниже фазового перехода первого рода могут использоваться для генерации волн в субмиллиметровом диапазоне.

Однако не исключено, что при фазовом переходе в прустите образуются сегнетоэлектрические домены, перпендикулярные оси  $C$  кристалла. Тогда при освещении образца светом образуются фотозаряды, которые захватываются на ловушки на границах доменов, что и приводит к периодически изменяющемуся внутреннему электрическому полю. В результате электрооптического эффекта <sup>4</sup> это в свою очередь ведет к модуляции показателя преломления, т. е. образуется фазовая решетка, на которой и происходит дифракция света.

В настоящее время проводятся дополнительные эксперименты для окончательного выяснения природы необычного эффекта в прустите.

В заключение можно отметить, что эффект возникновения отклоненного луча настолько резкий и сильный, что это явление может с успехом быть использовано для управления лазерным пучком.

Авторы считают своим долгом выразить благодарность С.Г.Одулову и А.В.Гнатовскому за интерес к работе и полезные обсуждения полученных результатов.

#### Литература

1. Новик В.К., Дрождин С.Н., Попова Т.В., Копцик В.А., Гаврилова Н.К. ФТТ, 1975, 17, 3499.
2. Гаврилова Н.К., Копцик В.А., Новик В.К., Попова Т.В. Кристаллография, 1978, 23, 1067.
3. Довгий Я.О., Мороз Е.Г., Корольшин В.Н., Буцко Н.И. УФЖ, 1972, 17, 756.
4. Фридкин В.М. Сегнетоэлектрики – полупроводники, М.: Наука, 1976, с. 408.