

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 662.215.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА  
И ПРОВОДИМОСТИ УДАРНО СЖАТЫМИ ИОННЫМИ КРИСТАЛЛАМИ

Г. А. Кириллов, М. В. Сеницын, Ф. В. Григорьев, С. Б. Корнер,  
В. А. Самылин, О. Н. Кузнецов  
(Москва)

Настоящая статья является продолжением работы по изучению поглощения света и проводимости ударно сжатых ионных кристаллов, начатой в [1].

Экспериментально измерены коэффициенты поглощения видимого света (длины волн  $\lambda_1=4780 \text{ \AA}$  и  $\lambda_2=6250 \text{ \AA}$ ) и проводимости для ударно сжатых ионных кристаллов КВг и КС1. Диапазон давлений, при которых проведены измерения, составляет  $150\text{--}350 \text{ кбар}$ , при этом коэффициенты поглощения и проводимость изменяются от 2,5 до  $30 \text{ 1/см}$  и от  $30 \cdot 10^{-3}$  до  $5,4 \cdot 10^{-1} \text{ 1/ом}\cdot\text{см}$  соответственно. Как и для NaCl [1], для КВг и КС1 коэффициент поглощения света в этих условиях более чем в 100 раз превосходит его значение при нормальных условиях.

Предложенный в [1] механизм, согласно которому на фронте ударной волны ионный кристалл, первоначально являющийся диэлектриком, переводится в результате пластической деформации в полупроводниковое состояние с донорными условиями, термическая диссоциация которых обуславливает появление свободных электронов

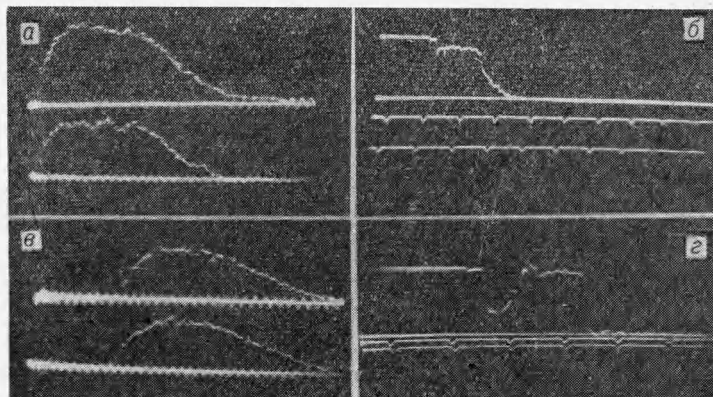


Рис. 1. Характерные осциллограммы измерения коэффициентов поглощения и проводимости.

КС1: а — поглощение, б — проводимость; КВг: в — поглощение, г — проводимость.

в зоне проводимости, позволяет удовлетворительно описать полученные экспериментальные данные по коэффициенту поглощения света и проводимости ударно сжатых КВг и КСг. Коэффициенты поглощения света измерялись по методу [1, 2].

Температура ударно сжатого КСг взята из [3] как средняя из измеренных в синей и красной областях спектра. Для кристалла КВг проведены измерения температур методом, изложенным в [3].

Таблица 1

$p, \text{кбар}$	$\sigma$	$D, \frac{\text{км}}{\text{сек}}$	$T, \text{°К}$	$\alpha, 1/\text{см}$	$\Sigma, 1/\text{ом}\cdot\text{см}$	$\mu, \frac{\text{см}^2}{\text{в}\cdot\text{сек}}$	$N_3, \text{см}^{-3}$
237	1,60	5,64	2250	2,5	$2 \cdot 10^{-2}$	0,55	$2,24 \cdot 10^{17}$
290	1,65	6,10	3350	10	$6,8 \cdot 10^{-2}$	0,43	$1,00 \cdot 10^{18}$
353	1,71	6,53	3820	17	$2,98 \cdot 10^{-1}$	0,42	$4,40 \cdot 10^{18}$

Проводимость ионных кристаллов КСг и КВг измерялась при различных давлениях и температурах [4] в условиях, когда измерительные электроды располагались так же, как в работе [5], параллельно фронту ударной волны.

Характерные осциллограммы, полученные в опытах по измерению коэффициентов поглощения света и проводимости, представлены на рис. 4. Параметры ударных волн в кристаллах КСг и КВг взяты из работ [6, 7]. Полученные экспериментальные результаты представлены в табл. 1 для КСг и в табл. 2 для КВг.

Имея две независимо измеренных величины — коэффициент поглощения  $\alpha$  и проводимость  $\Sigma$  — и считая, что обе они определяются свободными носителями, можно найти подвижность  $\mu$  и концентрацию свободных электронов  $N_3$ .

Таблица 2

$p, \text{кбар}$	$\sigma$	$D, \frac{\text{км}}{\text{сек}}$	$T, \text{°К}$	$\alpha, 1/\text{см}$	$\Sigma, 1/\text{ом}\cdot\text{см}$	$\mu, \frac{\text{см}^2}{\text{в}\cdot\text{сек}}$	$N_3, \text{см}^{-3}$
152	1,56	3,92	1730	—	$3,10^{-3}$	—	—
180	1,60	4,18	2300	2,5	$1,21 \cdot 10^{-2}$	0,1	$7,50 \cdot 10^{17}$
225	1,66	4,54	2970	11	$7,07 \cdot 10^{-2}$	0,35	$1,26 \cdot 10^{18}$
250	1,70	4,70	3220	20	0,124	0,32	$2,4 \cdot 10^{18}$
282	1,73	4,53	3820	29	0,54	1,0	$3,4 \cdot 10^{18}$

В рамках классической теории коэффициент поглощения  $\alpha$  связан с концентрацией свободных носителей, частотой падающего света  $\nu$  и параметром затухания  $q$  соотношением Друде — Зинера

$$\alpha = \frac{2N_3 e^2}{\pi c t} \cdot \frac{q}{\nu^2 + q^2}, \quad (1)$$

где  $n$  — показатель преломления, определяемый по данным работы [8];  $c$  — скорость света;  $m$  — масса электрона. Параметр затухания  $q$  связан с подвижностью соотношением

$$\mu = \frac{e}{2\pi m q}. \quad (2)$$

Проводимость определяется по концентрации свободных электронов и подвижности через соотношение

$$\Sigma = N_3 \mu e. \quad (3)$$

Из (1)—(3) легко получить

$$q = \frac{\nu}{(4\pi \Sigma / \alpha n c - 1)^{1/2}}.$$

Полученные таким образом по экспериментально измеренным проводимости и коэффициенту поглощения значения подвижности и концентрации электронов приведены в таблицах. Среднее значение подвижности для всех состояний КВг и КС1 составляет  $0,4 \text{ см}^2/\text{в} \cdot \text{сек}$ , что несколько отличается от подвижности для NaCl [1]. Оценка подвижности по Займану [9], по соотношению

$$\mu \approx \frac{3h^2}{\pi^{3/2} 2^{9/2} em^{3/2} c_0} \cdot \frac{1}{(kT)^{1/2}}, \quad (4)$$

где  $c_0 = \frac{1}{\epsilon_\infty} - \frac{1}{\epsilon_0}$ , а  $\epsilon_0$  — статическая диэлектрическая проницаемость, дает значение подвижности  $\approx 2 \text{ см}^2/\text{в} \cdot \text{сек}$ . Полученное в настоящей работе значение подвижности примерно в 5 раз отличается от оценки по Займану. Однако следует оговорить, что оценочный характер соотношения (4) и отсутствие экспериментальных данных для  $\epsilon_0$  в исследуемой области давлений для КС1 и КВг позволяет говорить об удовлетворительном согласии между экспериментально полученными значениями подвижности и оценками на основе теоретических представлений.

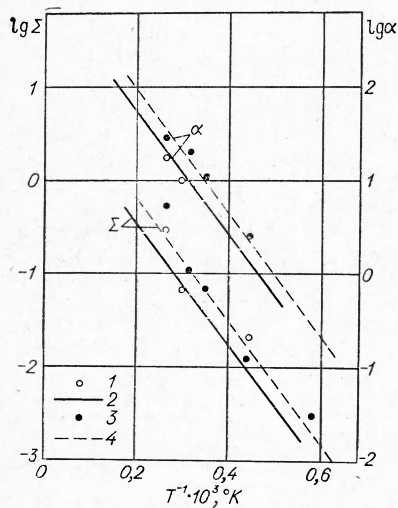


Рис. 2. Зависимость проводимости  $\Sigma$  и коэффициента поглощения от температуры.

КС1: 1 — эксперимент, 2 — расчет; КВг: 3 — эксперимент; 4 — расчет.

При концентрации доноров  $2,5 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$  для КВг и  $10^{19} \text{ см}^{-3}$  для КС1, ширине энергетической щели между донорными уровнями и зоной проводимости  $2,3 \text{ эв}$  для обоих кристаллов и подвижности  $0,4 \text{ см}^2/\text{в} \cdot \text{сек}$  были рассчитаны коэффициент поглощения при  $\nu = 4,8 \cdot 10^{14} \text{ 1/сек}$  и проводимость. Сравнение полученных результатов с экспериментальными значениями приведено на рис. 2. Это сопоставление подтверждает, что источником свободных электронов для ударно сжатых КС1 и КВг, как и для NaCl [1], являются донорные уровни, термическая ионизация которых приводит к появлению свободных электронов в зоне проводимости. Предположение о том, что в ударно сжатых КС1 и КВг энергетическая ширина щели между валентной зоной и зоной проводимости уменьшается до  $2,3 \text{ эв}$ , не выдерживает критики, так как при этом расчетные значения концентрации электронов, коэффициентов поглощения и проводимости будут завышены примерно в 10 раз по сравнению с экспериментальными значениями. Такое различие лежит вне пределов точности измерений.

Поступила в редакцию  
14/III 1969

#### ЛИТЕРАТУРА

1. С. Б. Кормер, М. В. Сеницын и др. ЖЭТФ, 1965, 49, 135.
2. И. Ш. Модель. ЖЭТФ, 1957, 32, 714.
3. С. Б. Кормер, М. В. Сеницын и др. ЖЭТФ, 1965, 48, 1033.
4. А. А. Бриш, М. Е. Тарасов, В. А. Цукерман. ЖЭТФ, 1960, 38, 22.
5. Л. В. Альтшулер, Л. В. Кулешова, М. Н. Павловский. ЖЭТФ, 1960, 39, 16.
6. С. Б. Кормер, М. В. Сеницын и др. ЖЭТФ, 1964, 47, 1202.
7. Л. В. Альтшулер, М. Н. Павловский и др. ФТТ, 1963, 5, 279.
8. С. Б. Кормер, К. Б. Юшко, Г. В. Кришкевич. «Письма в ЖЭТФ», 1966, III, 64.
9. Дж. Займан. «Электроны и фононы». ИЛ, 1962.