

ОЦЕНКА ПРЕДЕЛЬНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В  
СТЕКЛООБРАЗНОЙ ДВУОКИСИ ГЕРМАНИЯ

Е. М. Дианов, В. М. Машинский, В. Б. Неуструев

УДК 535.342

Измерены спектры "хвостов" собственного поглощения стеклообразной двуокиси германия в УФ и ИК областях. Экстраполяцией экспериментальных данных сделана оценка минимальных оптических потерь в данном материале.

В последнее время определился значительный интерес к стеклообразной двуокиси германия как к перспективному материалу для волоконных световодов /1,2/. Важнейшей характеристикой волоконных световодов является величина собственных оптических потерь, которая для кислородосодержащих стекол минимальна в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне и определяется тремя механизмами: "хвостами" фундаментального ультрафиолетового и инфракрасного поглощения и потерями на релеевское рассеяние. В /1/ была сделана оценка, а в /2/ измерены потери на релеевское рассеяние  $\alpha_R$  в стеклообразной  $GeO_2$ . Было показано, в частности, что на длине волны нулевой материальной дисперсии  $GeO_2$   $\lambda_0 \approx 1,74$  мкм /2/  $\alpha_R \leq 0,3$  дБ/км. В настоящей работе приводится оценка собственных потерь в  $GeO_2$ , сделанная путем экстраполяции УФ и ИК поглощения в область малых потерь.

Как известно (см., например, /3,4/), для многих классов веществ, в том числе и стекол, спад величины поглощения при удалении в длинноволновую сторону от фундаментальной полосы поглощения, обусловленной переходами в зону проводимости, можно описать экспоненциальной функцией энергии фотона  $E$

$$\alpha(E) = A \exp(E/E_1), \quad (I)$$

где  $A$  и  $E_1$  — параметры данного вещества. Спад фундаментального ИК поглощения в коротковолновую сторону, обусловленный многофононными переходами, также можно качественно описать простой экспоненциальной формой (см., например, /5,6/)

$$\alpha(E) = B \exp(-E/E_2), \quad (2)$$

где  $B$  и  $E_2$  — константы вещества. Таким образом, в полулогарифмическом масштабе график  $\alpha(E)$  представляет собой  $V$ -образную фигуру, образованную прямыми линиями. Подобный характер фундаментального поглощения, например, имеет место в кварцевом стекле /7/.

Измерения спектра поглощения  $GeO_2$  проводились на промышленных спектрофотометрах СФ-8 и "Specord 71 IR". Технология приготовления образцов стекла  $GeO_2$  описана в /2/. Общее содержание примесей переходных металлов не превышало  $10^{-6}\%$ . Толщина образцов составляла 0,146 и 0,96 см. Экспериментальные значения поглощения показаны на рис. 1 точками. Видно, что эти данные достаточно хорошо аппроксимируются прямыми, для которых, в соответствии с (1) и (2),

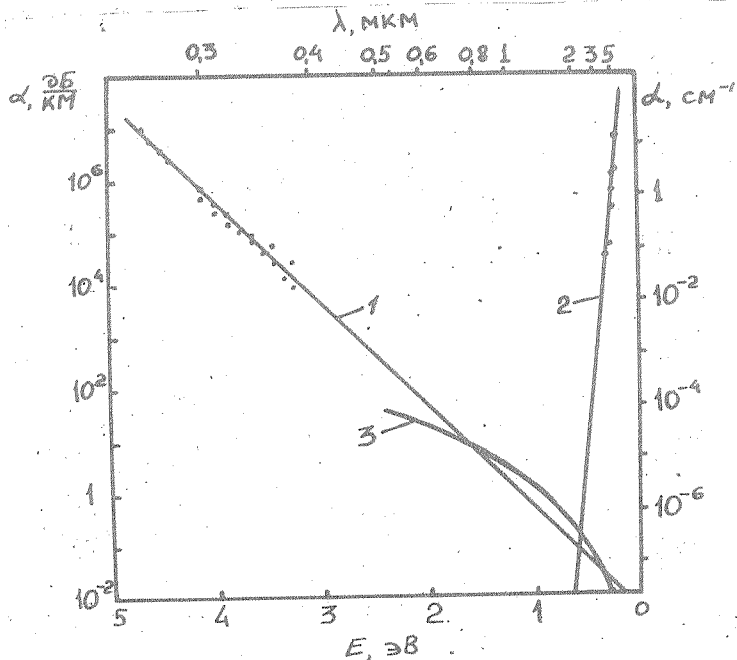
$$\begin{aligned} A &= 0,00467 \text{ дБ/км}, & E_1 &= 0,221 \text{ эВ}; \\ B &= 1 \cdot 10^{11} \text{ дБ/км}, & E_2 &= 0,0217 \text{ эВ}. \end{aligned}$$

Экстраполяция этих прямых в область малого поглощения дает величину минимального поглощения порядка 0,1 дБ/км на длине волны  $\lambda \approx 2$  мкм. На рис. 1 приведена также кривая, указывающая верхний уровень потерь на релеевское рассеяние в  $GeO_2$ , определяемый формулой

$$\alpha_R(E) = 1,109E^4, \quad (3)$$

где  $\alpha_R$  — потери в дБ/км,  $E$  — энергия фотона в эВ. Суммируя все три вида потерь, получим минимальные потери в  $GeO_2$  0,26 дБ/км на длине волны  $\lambda \approx 2$  мкм. Собственные потери на  $\lambda_0 \approx 1,74$  мкм равны 0,4 дБ/км.

Приведенные здесь величины потерь носят оценочный характер вследствие недостаточно широкого спектрального диапазона измерений и экстраполяции этих измерений на несколько порядков



Р и с. 1. Собственные потери в стеклообразной  $\text{GeO}_2$ : 1 - УФ "хвост" поглощения; 2 - ИК "хвост" поглощения; 3 - релеевское рассеяние

по величине поглощения. Тем не менее, они показывают, что стеклообразная  $\text{GeO}_2$  как основной материал для изготовления волоконных световодов может составить конкуренцию плавленому кварцу в некоторых применениях /2/.

Авторы выражают благодарность С. М. Мазавину за предоставленные образцы  $\text{GeO}_2$ .

Поступила в редакцию  
16 декабря 1980 г.

#### Л и т е р а т у р а

1. R. Olshansky, G. W. Sherer, Proc. 5-th Europ. Optical Comm. Conf., Amsterdam, 1979, p. 12.5.1.

2. Г. Т. Девярых и др., Квантовая электроника, 7, 1563 (1980).
3. J. D. Dow, D. Redfield, Phys. Rev. B., 5, 594 (1972).
4. D. A. Farrow et al., Appl. Phys. Lett., 22, 527 (1973).
5. T. F. Deutsch, J. Phys. Chem. Solids, 34, 2091 (1973).
6. T. Izawa, N. Shibata, A. Takeda, Appl. Phys. Lett., 31, 33 (1977).
7. T. Miya et al., E. C. L. Tech. Jour., NTT Jap., 27, 497 (1979).