

А. М. Барановский

### ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ВВ

Имеющиеся в литературе данные по оптическим свойствам ВВ характеризуются существенным разбросом, что в значительной мере затрудняет интерпретацию результатов исследования радиационного за- жигания ВВ. В частности, наряду с отсутствием надежных данных по высокотемпературной кинетике реагирования это не позволяет досто- верно обосновывать тепловой механизм зажигания ВВ мощными им- пульсами теплового излучения, предложенный в ряде работ [1—10]. Иллюстрацией к сказанному служат данные табл. 1.

Настоящая работа посвящена исследованию оптических свойств сле- дующих ВВ: азида свинца, стифната свинца, натриевой селитры и тэ- на. Дисперсность азида свинца составляла 2—3 мкм, остальных ве- ществ — 40—60 мкм.

Уравнение переноса излучения в рассеивающей и поглощающей среде имеет вид [11]

$$\frac{dB}{d\tau} = -B + \frac{\Lambda}{4\pi} \int_0^{4\pi} x(\gamma) B(\gamma) d\omega, \quad (1)$$

где  $B$  — яркость;  $\tau = K_0 h$  — оптическая глубина;  $K_0$  — показатель экс- типкции;  $h$  — глубина;  $\Lambda = K_p/K_0$  — вероятность выживания кванта;  $K_p$  — показатель рассеяния;  $\gamma$  — угол наблюдения;  $\omega$  — телесный угол.

В общем виде решения уравнения (1) не существует. В отсут- ствие второго члена в правой части (1) решение известно как закон Бугера. В случае плотноупакованной мелкодисперсной структуры веще- ства, какой в большинстве своем характеризуются ВВ, использовать за- кон Бугера нельзя, поскольку наряду с убыванием квантов света из первоначально заданного направления элементарная площадка испыты- вает их приток с других направлений. Эта ситуация характерна для многократного рассеяния, причем сферическая освещенность тем выше, чем меньше показатель поглощения вещества  $K_p$ . Как показано в [12], максимальное увеличение сферической освещенности по отношению к поверхностной может достигать четырех. В инициирующих ВВ эта пре- дельная ситуация, по-видимому, не реализуется, поскольку коэффи- циент отражения подавляющего их большинства меньше 85 %.

Исходя из различных моделей, обзор которых дан в [11, 13], пред- ложены соотношения, позволяющие оценить  $K_p$  в условиях преоблада- ющего рассеяния. Воспользуемся ими для сравнения  $K_p$  указанных ма- териалов, а также для сравнения двух различных моделей.

Таблица 1

Показатель поглощения азида свинца

Спектральный ин- тервал излучения, мкм	Дисперсность кристаллов, мкм	Показатель по- глощения, см <sup>-1</sup>	Источник
0,4—0,7	2—3	1250	[15]
1,06	1000×400×200	240	[10]
1,06	50	20	[8]
1,06	2—3	~10	[3]
1,06	2—3	~1	[6]

Т а б л и ц а 2

Показатель поглощения по данным отражательной спектроскопии (I) и спектроскопии «на просвет» (II)

ВВ	I				II		
	$n_{\text{ср}}$	$R_0, \%$	$R, \%$	$K_{\text{II}}, \text{см}^{-1}$	$K_0, \text{см}^{-1}$	$K_0^r, \text{см}^{-1}$	$K_{\text{II}}, \text{см}^{-1}$
Азид свинца	2	11	84	18,5	2000(2300)	380(300)	22(19,6)
Стифнат свинца	1,56	5	80	0,6	200(220)	21(15)	1,1(0,5)
Натриевая селитра	1,50	5	88	0,17	180(200)	14(11)	0,33(0,3)
Тэн	1,47	3,5	96	0,12	120(150)	4(3)	0,036(0,03)

П р и м е ч а н и е. Без скобок — данные для  $\lambda_1 = 0,55$  мкм, в скобках — для  $\lambda_0 = 1,06$  мкм.

В [13] предложено сравнительно простое выражение на основе модели стеклянной стопы:

$$K_{\text{II}} = R_0(1 - R)^2 R^{-1} d_{\text{кр}}^{-1} (1 - R_0)^{-1}, \quad (2)$$

где  $R$  — коэффициент диффузного отражения;  $R_0$  — фрейелевский коэффициент отражения;  $d_{\text{кр}}$  — размер кристалла.

Используя (2), оценим  $K_{\text{II}}$  для исследуемых веществ на длине волны излучения неодимового лазера (1,06 мкм). При этом значения  $R_0$  рассчитывались по известному показателю преломления, а  $R$  измерялись на фотошаре ФМШ-56 по методике ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, в которой эталоном отражения служил образец ВНИИМ 5-74. Полученные результаты приведены в табл. 2.

Существует асимптотическое решение уравнения переноса излучения, позволяющее оценить показатель поглощения из экспериментов по пропусканию света образцами различной толщины [13]:

$$K_{\text{II}} = q(K_0^r)^2 K_0^{-1}. \quad (3)$$

Здесь  $q$  — параметр Розенберга, для порошков  $q = 0,5$ ;  $K_0^r$ ,  $K_0$  — показатели экстинкции (ослабления) в глубинном режиме и тонкого слоя.

Коэффициент пропускания  $\tau$  измеряли на установке, принципиальная схема которой показана на рис. 1. Коллимированное излучение 1 фокусировалось линзой 3 в пятно, центральная часть которого вырезалась диафрагмой 4. Прошедшее через диафрагму излучение отбрасывалось диффузно отражающей пластиной 5 на входной зрачок ФЭУ 6, сигнал с которого поступал на микровольтметр 7. Установка перед линзой кюветы 2 с рассеивающим веществом (ВВ) приводила к ослаблению пучка света. Начальное пропускание оптического тракта определялось при наличии пустой кюветы.

Зависимость  $\tau$  от толщины образцов  $h$  показана на рис. 2, где 1 — тэн, 2 — натриевая селитра, 3 — стифнат свинца, 4 — азид свинца. Наблюдаемые прямолинейные участки кривых  $\tau(h)$  соответствуют различным режимам переноса излучения. Более полого к оси  $h$  наклонены участки, характеризующие глубинный режим распространения света. Показатели ослабления в различных режимах определены по формуле Бугера:  $K_0 = 2,3 \Delta \lg \tau/h$ . Исходя из данных, представленных на рис. 2, вычислены показатели экстинкции (в различных режимах распространения света) и поглощения для исследуемых материалов, которые приведены в табл. 2.

Сравнение данных табл. 2 показывает удовлетворительное согласие показателей поглощения (в спектроскопии сильпорассеивающих сред принято оценивать отличие результатов определения  $K_{\text{II}}$  на 50—100 % как удовлетворительное (см., например, [14])). Отметим, что с уменьшением поглощательной способности ВВ (тэн) различие в оценках  $K_{\text{II}}$  возрастает, что может быть связано с неучетом поляризации.

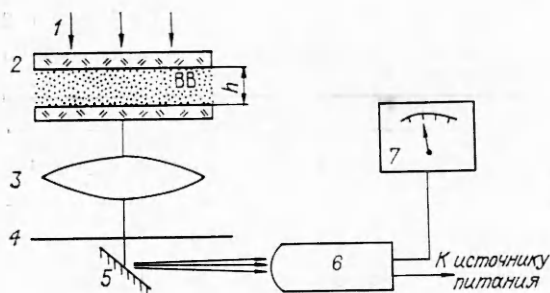


Рис. 1.

Прямой эксперимент с ВВ, помещенным в иммерсионную жидкость, дает верхнюю границу показателя поглощения  $K_n'$  вследствие неоднородности показателя преломления исследуемых материалов по различным кристаллографическим осям, которая приводит к появлению рассеянного света. Так, для натриевой селитры и стифната свинца, помещенных в кювету с кедровым маслом ( $n = 1,52$ ), получено  $K_n' = 1$  и  $3 \text{ см}^{-1}$  соответственно.

В работах [7, 9, 10] показано, что пропускание света образцами ВВ не изменяется в течение лазерного импульса. В определенной мере сохранение формы лазерного импульса может свидетельствовать о независимости  $K_n$  от температуры, хотя это положение требует дальнейших исследований.

Таким образом, приведенные в настоящей работе результаты, показывают, что корректные оценки поглощательной способности взрывчатых материалов сравнительно просто можно получить на основе данных спектроскопии и ситового анализа.

Автор выражает свою признательность за обсуждение материалов работы В. А. Лойко и В. Н. Кузьмину.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бриш А. А., Галеев И. А. и др. ФГВ, 1969, 5, 4, 475.
2. Mizushima Y., Nishiyama I. J. Natur. Chem. Lab. for Industry, 1975, 70, 7, 255.
3. Александров Е. И., Вознюк А. Г. ФГВ, 1978, 14, 4, 86.
4. Александров Е. И., Ципилев В. П. ФГВ, 1982, 18, 2, 1007.
5. Александров Е. И., Ципилев В. П. ФГВ, 1981, 17, 5, 77.
5. Александров Е. И., Ципилев В. П. ФГВ, 1984, 20, 6, 104.
7. Карабанов Ю. Ф., Афанасьев Г. Т. и др. // Химическая физика процессов горения и взрыва. Горение конденсированных систем.— Черноголовка, 1977.
8. Карабанов Ю. Ф., Боболев В. К. Докл. АН СССР, 1981, 256, 5, 1152.
9. Страковский Л. Г. ФГВ, 1985, 21, 1, 41.
10. Naqan J. T., Chaudhri M. M. J. Mater. Sci., 1981, 16, 9, 2457.
11. Иванов А. П. Оптика рассеивающих сред.— Минск: Наука и техника, 1969, 292.
12. Розенберг Г. В. УФН, 1977, 121, 1, 97.
13. Теоретические и прикладные проблемы рассеяния света/Под ред. Б. И. Степанова, А. П. Иванова.— Минск: Наука и техника, 1971.
14. Войшвилло И. А. Оптика и спектроскопия, 1971, XXXI, 3, 458.
15. Roth I. J. Chem. Phys., 1964, 41, 7, 1929.

г. Днепропетровск

Поступила в редакцию 6/VII 1988,  
после доработки — 9/XI 1988

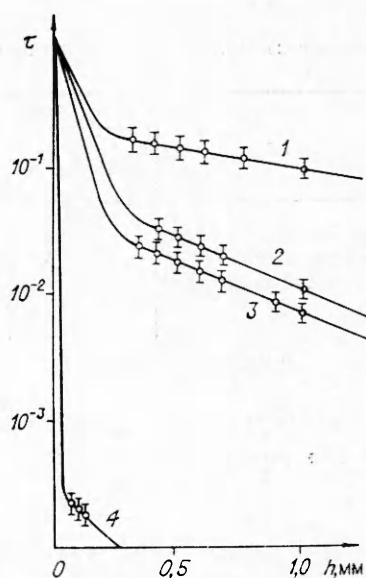


Рис. 2.