

8U2110453

V

ԵՐԵՎԱՆԻ ԲՐԵՉՎԱԿԱՆ ԳՐԱԴԱՐԱՆ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

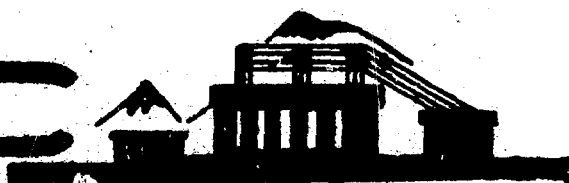
ЕФИ- 294(19)-78

М.А.МАРТИРОСЯН, И.П.КАРАБЕКОВ,
Д.Л.ЕГИКЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО КОЭФФИЦИЕНТА
ПОГЛОЩЕНИЯ НЕКОТОРЫХ СЛОЖНЫХ
ВЕЩЕСТВ

АРՄՍ

ԵՐԵՎԱՆ



ЕРЕВАН

1978

УДК.537.531.9

М.А.МАРТИРОСЯН, И.П.КАРАБЕКОВ,
Д.И.ЕГЖИЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ
НЕКОТОРЫХ СЛОЖНЫХ ВЕЩЕСТВ

Представлены результаты измерения линейных коэффициентов поглощения сложных веществ (плексигласса - $C_5H_8O_2$, майлара - $C_5H_4O_2$ воздуха, алюминия), широко применяемых при формировании и регистрации пучков рентгеновского диапазона длин волн синхротронного излучения от 0,8 Å до 2,6 Å. Результаты измерений сравниваются с расчетами по теории взаимодействия излучения с веществом.

Ереванский физический институт
Ереван 1978

EФM-294(19)-78

M.A.MARTIROSYAN, I.P.KARABEKOV,
D.L. EGIKYAN

DETERMINATION OF LINEAR ABSORPTION
COEFFICIENT OF SOME COMPLEX SUBSTANCES

The results of the measurement of linear absorption coefficients of complex substances (plexiglass $C_5H_8O_2$, Mylar- $C_5H_4O_2$ air, aluminium) widely used at the construction and detection of synchrotron radiation beams in X-ray wavelength range from 0.8\AA to 2.6\AA are given. These data are compared with calculated ones obtained by means of the theory of radiation interaction with matter.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1978

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-294(19)-78

М.А.МАРТИРОСЯН, И.П.КАРАБЕКОВ,
Д.Л.ЕГИКЯН.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО КОЭФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ
НЕКОТОРЫХ СЛОЖНЫХ ВЕЩЕСТВ

Ереван 1978

© *Ереванский физический институт, 1978*

В экспериментальных установках, используемых в рентгеновском интервале длин волн, в качестве элементов конструкции или поглощающей среды, непосредственно взаимодействующих с пучком, широко используются вещества со сложной молекулярной структурой (плексигласс, майлар, воздух, и т.д.). При этом, точность обработки результатов эксперимента, связанная с измерением интенсивности потоков фотонов определяется точностью, с которой известны константы, характеризующие взаимодействие излучения заданной длины волны с конкретным веществом. Одним из основных параметров взаимодействия является коэффициент поглощения.

$$\mu(\lambda) = \sigma_{\text{ф}} + \sigma_{\text{к}} + \sigma_{\text{я}}, \quad (1)$$

где $\sigma_{\text{ф}}$ - сечение фотоэлектрического поглощения, $\sigma_{\text{к}}$ - сечение комптоновского рассеяния, $\sigma_{\text{я}}$ - сечение образования электронно-позитронных пар.

Расчет $\mu(\lambda)$ даже для простых веществ с использованием существующих в литературе (см. например [1,2]) полуэмпирических формул

$$\mu(\lambda) = 0,023 \frac{Z}{A} \rho (Z \cdot \lambda)^{2,78} \quad (2)$$

даёт погрешности, которые в зависимости от энергии фотонов E_γ могут изменяться от нескольких процентов до нескольких десятков процентов [2]. Малая точность расчетов $\mu(\lambda)$ для сложных веществ объясняется еще и тем, что входящая в (2) Z должна быть заменена на $Z_{\text{эфф}}$ данного вещества, которое определяется также с недостаточной точностью [3,4]. Например, представленные в [3] и [4] формулы расчета $Z_{\text{эфф}}$ в области фотоэффекта приводят к результатам, отличающимся друг от друга на 8-10%. Кроме того в литературе и в соответствующих справочниках [2,5] нет экспериментально проверенных данных о значениях $\mu(\lambda)$ для перечисленных выше веществ. Особый интерес представляет область $E_\gamma < 10$ кэв, которая в справочных таблицах вообще отсутствует.

В настоящей работе проведено экспериментальное измерение $\mu(\lambda)$ в интервале длин волн от 0,8 Å до 2,6 Å (это соответствует интервалу энергии от 5 кэв до 14 кэв) и дано сравнение полученных результатов с расчетными значениями $\mu(\lambda)$.

Измерения проводились на пучке синхротронного излучения Ереванского электронного ускорителя [6] с использованием однокристального спектрометра, собранного на базе гониометра ГУР-5. Схема экспериментальной установки показана на рис. I. Пучок синхротронного излучения с помощью вакуумного пучкопровода длиной 25 м и системы коллимирующих щелей выводился на ось спектрометра. Монохроматизация первичного излучения осуществлялась монохроматором Si (III), изготовленным из монокристалла кремния с числом дислокации $\sim 10 \text{ см}^{-2}$, ширина дифракционного максимума которого $\varepsilon \sim 20''$, обеспечивает монохро-

матизацию $\Delta \lambda / \lambda \sim 10^{-4}$ [7]. Количество поглощенных, в исследуемом объекте, фотонов определялось с помощью воздушно-наполненных ионизационных камер ИК-1 и ИК-2, работающих в режиме интегрирования заряда. Это позволило исключить из результатов измерений ошибки, связанные с нестабильностью потока фотонов в пучке синхротронного излучения. Величины зарядов, набранных камерой ИК-2 при установке перед ней поглотителя и без него нормировались к определенному значению заряда, набранного камерой ИК-1. Описанным методом определялись значения для майлара ($C_5H_4O_2$) и плексигласса ($C_5H_8O_2$). Для определения коэффициента поглощения воздуха была изготовлена специальная ионизационная камера, конструкция которой показана на рис.2. Камера представляет собой алюминиевый цилиндр длиной в один метр и диаметром 100 мм, в котором смонтированы один общий электрод для подачи высоковольтного напряжения и двадцать собирающих электродов с размером вдоль оси распространения пучка 10 мм на расстоянии 50 мм друг от друга. Зазор между высоковольтным и собирающим электродами равен 10 мм. На высоковольтный электрод подавалось напряжение 1000В, что обеспечивало полное соби́рание ионов. Собирающие электроды ионизационной камеры подсоединялись к конденсаторам типа КСО. Ёмкость каждого конденсатора была равна 3200 пф с точностью не хуже 0,2%. Заряд, накопленный на ёмкостях измерялся электрометрическим усилителем, подключенным к системе коммутации (рис.2). Утечки всей регистрирующей системы не превышали 10^{-12} А, а собственные утечки конденсаторов позволяли сохранять накопленный заряд в течении 10 часов с точностью 1%.

Время экспозиции и измерения не превышало 10 мин.

Результаты определения $\mu(\lambda)$ приведены в таблице. Здесь в графиках $\mu(\lambda)$ эксп. и $\mu(\lambda)$ расч. приведены соответственно результаты экспериментально измеренных и рассчитанных по (2) значений коэффициентов поглощения для майлара, плексигласса и воздуха. Значения $Z_{\text{эфф}}$, приведенные в таблице получены путем усреднения результатов расчета по формулам, взятым из [3,4]. Как видно из приведенных результатов имеется хорошее совпадение расчетных и экспериментальных значений коэффициентов поглощения для майлара и плексигласса по крайней мере в исследованном диапазоне энергий 6 кэв $< E_{\gamma} < 14$ кэв. В этом диапазоне энергий для веществ с $Z_{\text{эфф}} \sim 6$ выражение (2) даёт погрешность $\sim 3-5\%$. Для воздуха в интервале энергии 11 кэв $> E_{\gamma} > 7$ кэв эта погрешность составляет $\sim 10\%$. В остальном исследованном диапазоне энергий расхождение между результатами расчета и эксперимента достигает $\sim 100\%$, что требует дальнейших экспериментальных и теоретических исследований. Для проверки достоверности полученных результатов был измерен линейный коэффициент поглощения алюминия. Из приведенных в таблице значений $\mu(\lambda)$ для Al видно хорошее совпадение результатов эксперимента и расчета, что и подтверждает достоверность полученных данных.

Таблица

Θ_B [град]		8°	10°	12°	13°	14°	15°	16°	18°	20°	22°	24°
λ [Å]		0,873	1,039	1,304	1,410	1,520	1,620	1,730	1,940	2,130	2,350	2,550
$E_{\text{фот}}$ [эВ]		14,173	11,962	9,488	8,775	8,140	7,538	7,152	6,378	5,809	5,265	4,852
λ 2,78		0,685	1,270	2,069	2,599	3,203	3,820	4,575	6,311	8,182	10,75	13,70
плексигласс- $\chi_{\text{эфф}} = 6,24$ $\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$	эсп.	1,13	2,55	4,55	-	7,17	-	10,20	13,85	-	-	-
	Расч.	1,523	2,825	4,644	-	7,120	-	10,17	14,03	-	-	-
майлар $\chi_{\text{эфф}} = 5,40$ $\rho = 1,38 \text{ г/см}^3$	эсп.	1,83	3,23	5,32	-	8,31	-	11,80	16,51	-	-	-
	Расч.	1,802	3,340	5,495	-	8,425	-	12,03	16,60	-	-	-
Воздух $\chi_{\text{эфф}} = 7,64$ $\rho = 1,205 \text{ г/см}^3$	эсп.	25,50	49,03	81,50	-	125,1	-	174,2	244,0	-	-	-
	Расч.	25,60	49,30	81,10	-	124,30	-	177,60	245,0	-	-	-
Алюминий $\chi = 13$ $\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$	эсп.	4,75	5,18	6,62	10,44	12,49	14,63	17,17	22,21	29,35	38,16	43,71
	Расч.	2,705	5,017	8,252	10,266	12,552	15,089	18,071	24,93	32,32	42,46	53,33

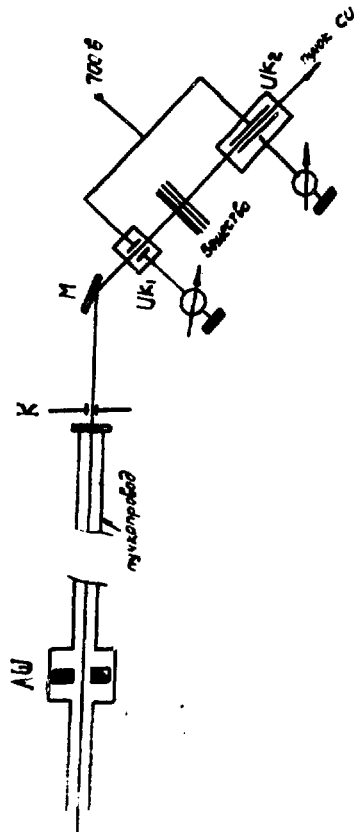


Рис. I

Рис. I Схематическое изображение элементов экспериментальной установки.

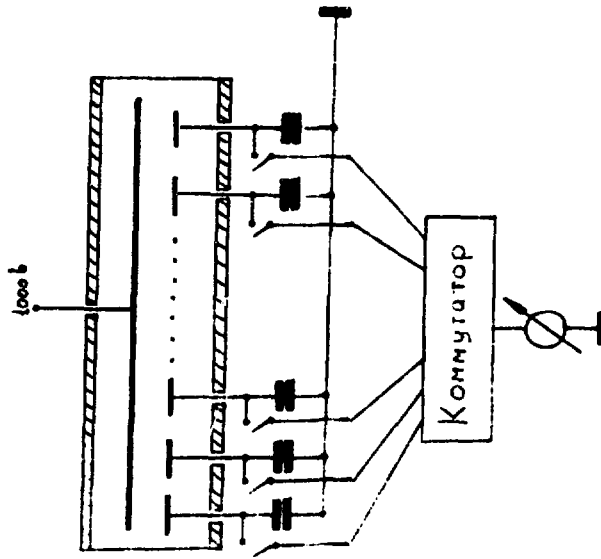


Рис. 2

Рис.2 Эскиз конструкции специальной ионизационной камеры для измерения коэффициента поглощения воздуха.

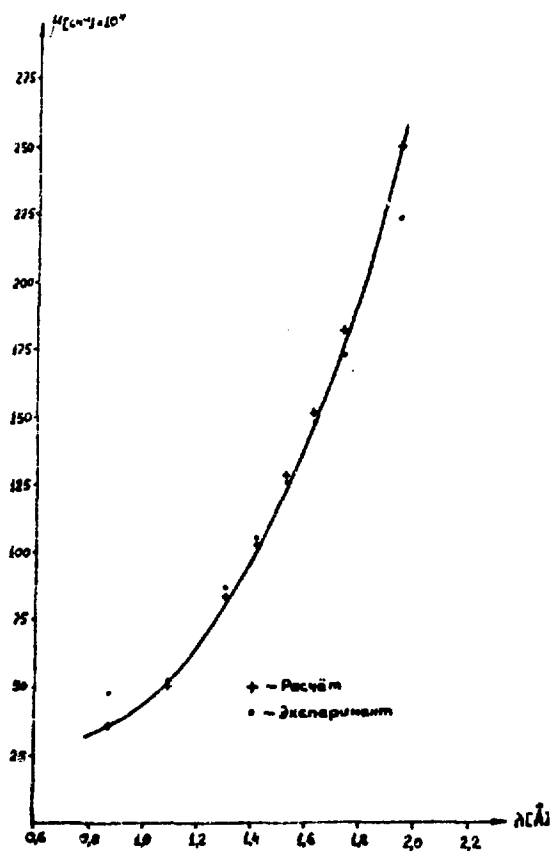


Рис.3 Сравнение результатов измеренных значений $\mu(\lambda)$ эксп. (точки) с расчётными $\mu(\lambda)$ расч. (крестики) для воздуха.

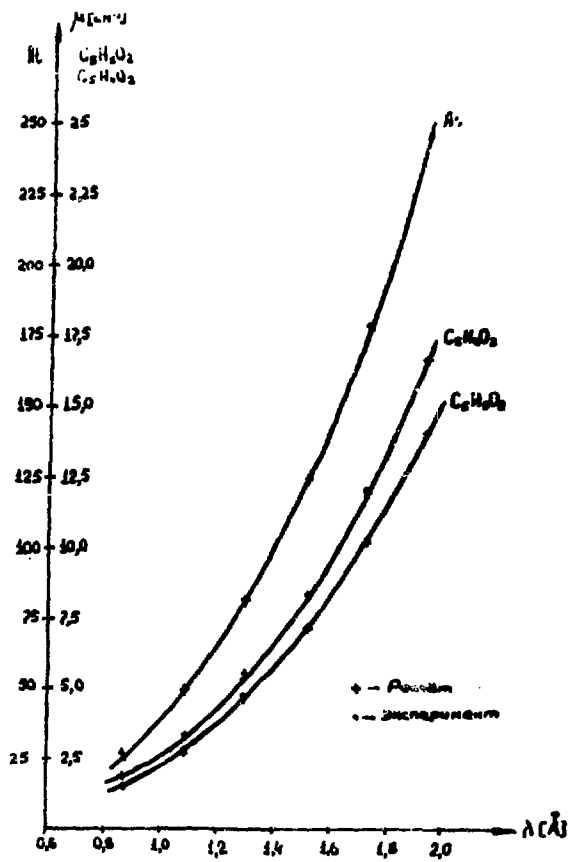


Рис.4 Сравнение результатов измеренных значений $\mu(\lambda)$ эксп. (точки) с расчётными $\mu(\lambda)$ расч. (крестики) для плексигласа ($C_5H_8O_2$), майлара ($C_5H_4O_2$) и алюминия.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.А.Блохин. "Физика рентгеновских лучей" гос.изд.тех. теор. лит., Москва, 1957.
2. Э.Сторм, Х.Израэль. "Сечение взаимодействия гамма излучения", Атомиздат, Москва, 1973.
3. Б.А.Голубев. "Дозиметрия и защита от ионизирующего излучения" Атомиздат, Москва, 1976.
4. И.Б.Боровский. "Физические основы рентгеноспектральных исследований", Москва, 1976.
5. International Cryst. Tables V.4, New-York, 1977.
6. А.И.Алиханян, Ц.М.Авакян, П.А.Безирганян, И.П.Карабеков, М.А.Мартirosян, А.М.Коцинян, С.С.Овакимян, ПТЭ, 3, 39, 1974.
7. Д.Л.Егикян, И.П.Карабеков, М.А.Мартirosян, Р.А.Микаэлян. Препринт ЕФИ-244(34)-77.

Рукопись поступила 16-го февраля 1978 г.

Редактор И.П.Мукаян
Тех. редактор А.С.Абремян

Заказ 181

ВФ- 03863

Тираж 299

Подписано к печати

17/У-78г.

Формат издания 30x40

1.0 уч.изд.л. Ц. 7 к.

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института, Ереван 36, пер.Маркрянна



индекс 3624