

ПОГЛОЩЕНИЕ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ В КРИСТАЛЛАХ ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ СОЛЕЙ

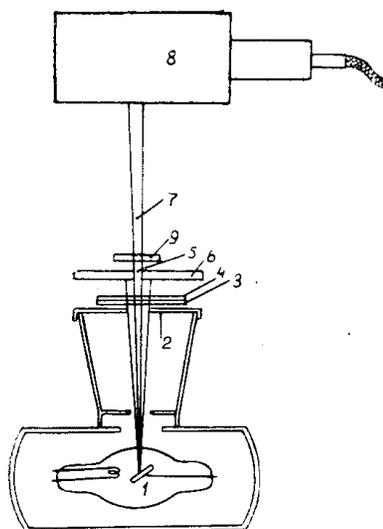
А. Д. ЩЕЛОКОВ

(Представлено профессором доктором А. А. Воробьевым)

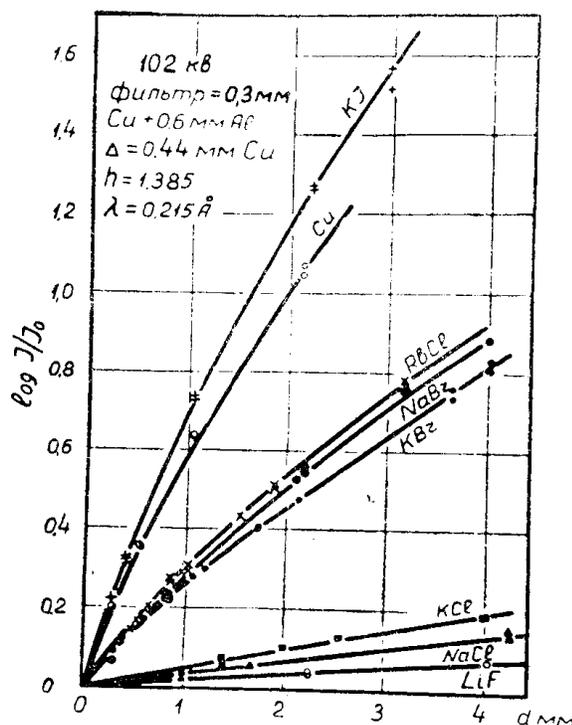
Пучок рентгеновых лучей 7 (фиг. 1) с углом расхождения $5-6^\circ$ от рентгеновой трубки 1, пройдя фильтры 3 и 4 (0,3 мм Cu + 0,6 мм Al) и отверстие 5 диаметром 3 мм в свинцовой плите 6 толщиной 12 мм, падал на ионизационную камеру 8 типа АГ, ток которой измерялся усилителем постоянного тока Ус ДД-Б. Характеристики лучей: напряжение на трубке 102 кВ, эффективная длина волны $\lambda_{эфф} = 0,22 \text{ \AA}$, разнородность $h = 1,38$ [6], минимальная граничная волна $\lambda_0 = 0,12 \text{ \AA}$.

Образцы 9, помещаемые на пути луча 7, представляли собой пластинки $\sim 0,5 \times 0,5 \text{ см}$, выколотые из монокристаллов щелочно-галогидных солей с толщинами d от 0,3 до 12 мм.

Измерялись в относительных единицах начальная интенсивность луча J_0 (без образца) и интенсивность после прохож-



Фиг. 1. Схема установки для определения поглощения рентгеновых лучей в твердых телах



Фиг. 2. Кривые поглощения рентгеновых лучей в кристаллах щелочно-галогидных солей, $\lambda_{эфф} = 0,22 \text{ \AA}$, $h = 1,38$

дения образца— J , по которым строились кривые зависимости $\lg J/J_0$ от d , представленные на фиг. 2. По наклону кривых определялись линейные коэффициенты поглощения μ , эффективные в интервале толщин $0 \div 1$ мм, и по μ находились массовые коэффициенты поглощения μ/ρ (ρ —плотность), которые в порядке возрастания помещены в табл. 1. Для сравнения в таблице дан μ/ρ для меди, измеренный в тех же условиях.

Таблица 1

Массовый коэффициент поглощения при $\lambda_{эфф} = 0,22 \text{ \AA}$

	Кристаллы	μ/ρ в $\text{см}^2/\text{г}$	Плотность ρ в $\text{г}/\text{см}^3$	Молекулярный вес M в $\text{г}/\text{моль}$	Энергия кристаллической решетки E_p в эв	Константа поглощения $C \cdot 10^{-3}$
1	LiF	0,176	2,60	25,94	10,56	0,2165
2	NaCl	0,38	2,18	58,54	7,93	1,095
3	KCl	0,545	1,99	74,56	7,23	1,755
4	KBr	2,152	2,73	119,02	6,94	7,274
5	NaBr	2,00	3,21	102,91	7,55	7,770
6	RbCl	2,56	2,74	120,94	6,95	8,295
7	KJ	5,11	3,12	166,02	6,55	21,95
8	Cu	1,54	8,93	63,54		5,96

Для сопоставления изменения μ/ρ с изменением других характеристик в табл. 1 даны плотность, молекулярный вес, энергия решетки и константа поглощения C (о ней см. дальше).

Как видно из таблицы, μ/ρ щелочно-галогидных кристаллов не имеет линейной зависимости от плотности; с ростом энергии кристаллической решетки μ/ρ в общем уменьшается для тяжелых солей быстро, для легких—медленно (фиг. 3).

Согласно фиг. 2, испытанные кристаллы по поглощению делятся на 3 группы (3 семейства кривых).

Полученные значения μ/ρ для щелочно-галогидных солей удовлетворительно описываются приближенной формулой:

$$\mu/\rho = 1,95 \cdot 10^{-2} \cdot \lambda^{2,8} \cdot C, \quad (\lambda \leq \lambda_k) \quad (1)$$

где

$$C = \frac{A_1 Z_1^{2,58} + A_2 Z_2^{2,58}}{A_1 + A_2}, \quad (2)$$

λ —длина волны поглощаемых лучей в Å ;

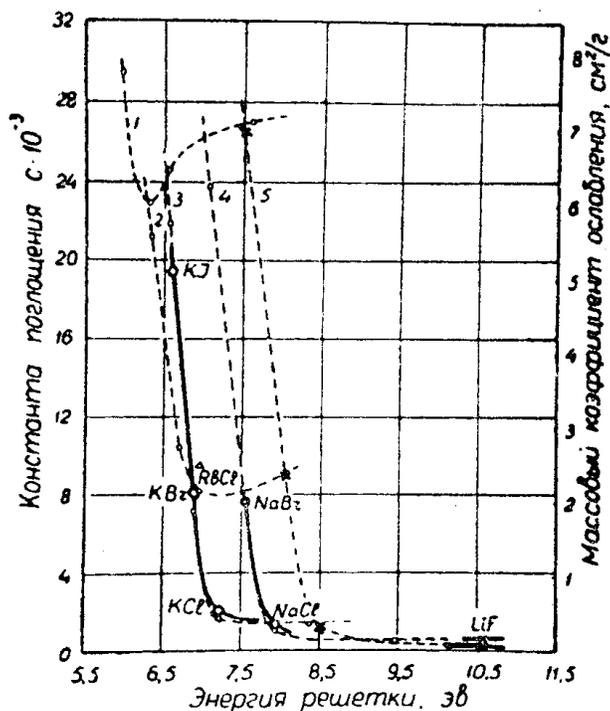
A_1 и A_2 —атомные веса составляющих соль атомов;

Z_1 и Z_2 —порядковые номера в табл. Менделеева.

Формула (1) получена на основании формулы Глокера [2] для массового коэффициента фотоэлектрического поглощения и закона аддитивности [1—5] при следующих допущениях и условиях: 1) для рентгеновых лучей с энергией квантов меньше 350—400 кэв можно считать суммарный коэффициент поглощения μ равным коэффициенту фотоэлектрического поглощения τ ($\mu \cong \tau$); 2) длины волн рентгеновых лучей от 0,34 до 0,03 Å меньше всех длин волн границы К-полосы

поглощения (λ_K) атомов, составляющих щелочно-галогидные соли ($\lambda \leq \lambda_K$).

Величина C (2), будучи безразмерной константой для данного вещества, характеризует поглощательную по отношению к рентгено-лучам способность вещества и в отличие от μ/ρ не зависит от λ для щелочно-галогидных солей в интервале \sim от 0,3 до 0,03 Å.



Фиг. 3. Связь μ/ρ и константы поглощения C щелочно-галогидных кристаллов с энергией решетки. (---o---o---) — теоретические, (O, Δ, □, x) — экспериментальные, $\lambda_{эфф} = 0,22 \text{ Å}$.

Массовый коэффициент поглощения μ/ρ при $\lambda = \text{const}$ линейно зависит от C .

Константу поглощения C (2) можно представить так:

$$C = p_1 Z_1^{2,58} + p_2 Z_2^{2,58} = Z_{эфф}^{2,58}, \quad (3)$$

где p_1 и p_2 — весовые доли атомов, составляющих молекулу щелочно-галогидной соли.

Число $Z_{эфф}$, согласно (3), можно трактовать как эффективное (по отношению к поглощению) число электронов в молекуле, поскольку порядковые номера Z_1 и Z_2 атомов физически означают числа электронов в составляющих атомах.

$Z_{эфф}$ практически равно аддитивному полученному числу электронов $Z_{ад} = p_1 Z_1 + p_2 Z_2$.

Константа C , следовательно, определяется, согласно (3), эффективным числом электронов в молекуле вещества.

В табл. 2 приведены для всех щелочно-галогидных солей константы поглощения C и числа $Z_{эфф}$.

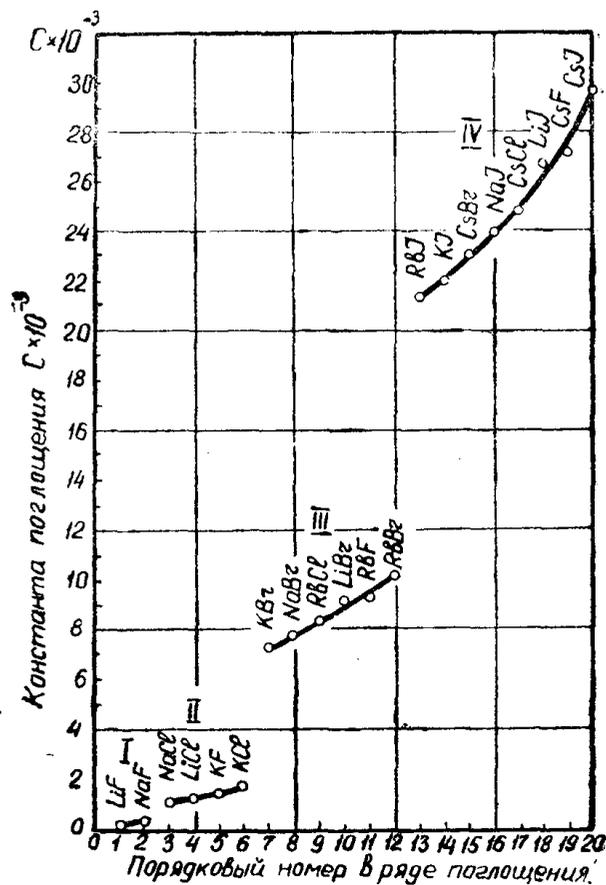
По возрастанию поглощения щелочно-галогидные соли, согласно

Таблица 2

ГАЛОИД	9	17	35	53
МЕТАЛЛ	F	Cl	Br	I
	19,00	35,453	79,916	126,92
Li	3 8,04 6940 0,2165	4 15,84 35453 1,253	10 34,12 79916 9,075	18 52,00 12692 26,73
Na	11 10,19 22997 0,3977	3 15,00 1095	8 32,30 7,770	16 49,60 23,86
K	19 16,68 39096 1,434	6 18,12 1,755	7 31,40 7,274	14 47,88 21,95
Rb	37 34,42 8548 9,150	9 33,06 8,295	12 36,17 10,50	13 47,54 21,24
Cs	55 52,24 13297 27,08	17 50,68 27,72	15 49,21 22,99	20 53,70 29,58

● - Соль начинающая группу.
 ■ - Соль кончающая группу.
 J - Углы, разделяющие группы.

Ключ к таблице:
 Z - число электронов в атоме (порядковый № в таблице Менделеева).
 A - атомный вес.
 n - порядковый № в ряду поглощения.
 Zэф - эффективное число электронов в молекуле.
 C · 10⁻³ - константа поглощения.

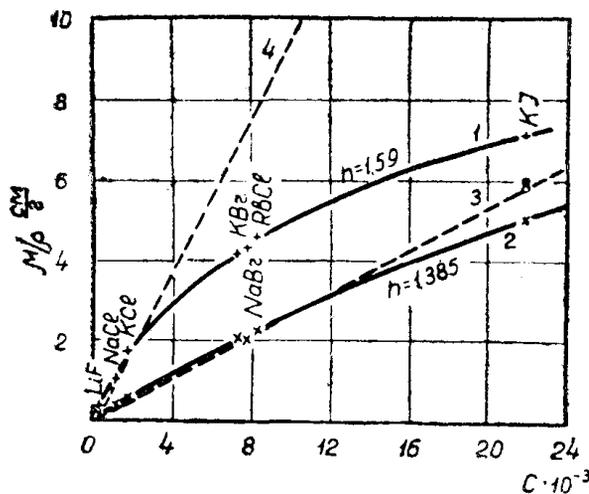


Фиг. 4. Величина константы поглощения C щелочно-галогидных солей в зависимости от номера в ряду поглощения. Последний разбивается по величине μ/ρ на 4 группы: (μ/ρ пропорционально C)

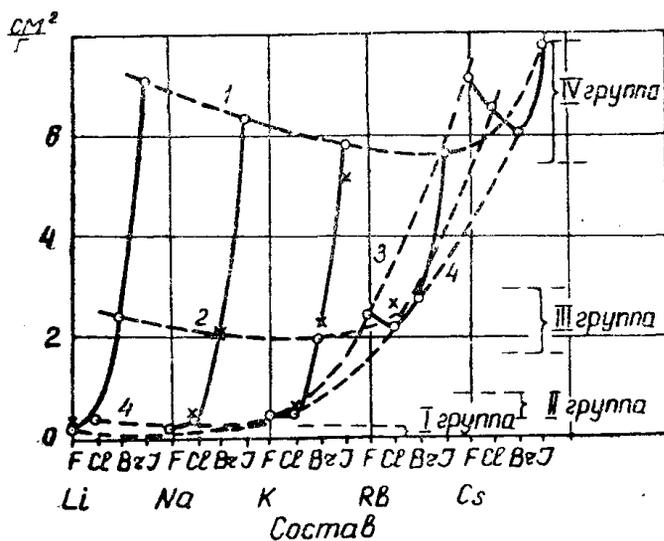
(1) или (2), располагаются в ряд, распадающийся на 4 группы, что представлено на фиг. 4.

Удовлетворительное согласие формулы (1) с опытными данными представлено на фиг. 5 и 6.

Отклонение экспериментальной кривой 2 (фиг. 5) от вычисленной по (1) прямой 3 в области больших C объясняется недостаточной мо-



Фиг. 5. Зависимость μ/ρ щелочно-галогидных кристаллов от константы поглощения C . Для лучей, далеких от монохроматических лучей, с $\lambda_{эфф} = 0,34 \text{ \AA}$ кривые 4 — вычисленная и 1 — экспериментальная. Для лучей, более близких к монохроматическим с $\lambda_{эфф} = 0,22 \text{ \AA}$ кривые 3 — вычисленная, 2 — экспериментальная.



ooo — вычисленные μ/ρ
 xxx — экспериментальные μ/ρ } для $\lambda_{эфф} = 0,215 \text{ \AA}$
 1 — иодиды, 2 — бромиды, 3 — фториды, 4 — хлориды.

Фиг. 6. Зависимость μ/ρ щелочно-галогидных солей от состава. На уровне иодидов — IV группа кристаллов; на уровне бромидов — III группа и т. д.

нохроматичностью использованных лучей. Для лучей, далеких от монохроматичности, расхождение еще большее (кривая 1 — экспери-

ментальная, 4 — вычисленная по (1). Величина μ/ρ для KJ, найденная из фиг. 1 для толщины d , близкой к нулю (при этом фильтрация лучей в KJ почти отсутствует), дает экспериментальную точку, смещающуюся с кривой 2 на вычисленную 3. Смещение опытной величины μ/ρ для NaBr в сторону меньших значений, чем требуется согласно ряда поглощения из (1) (фиг. 4), объясняется сильной гигроскопичностью NaBr, который в момент измерения в комнатной атмосфере частично расплывался и уменьшал толщину.

В табл. 2 обращает на себя внимание определенная закономерность в нарастании величин $Z_{эфф}$ или C (а следовательно, и μ/ρ) с изменением состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корсунский М. И. Физика рентгеновых лучей, ОНТИ, М.—Л, 1936.
2. Глокер Р. Рентгеновые лучи и испытание материалов, ГИТТЛ, М.—Л, 1932.
3. Аглинцев К. К. Дозиметрия монизирующих излучений, ГИТТЛ, М.—Л, 1950.
4. Поройков И. В. Физические основы дозиметрии рентгеновских лучей ГИС и Р, М.—Л, 1934.
5. Хараджа Ф. Н. Общий курс рентгенотехники, ГЭИ, 1956.
6. Гречишкин С. В. Основы рентгенотерапевтической практики: Медгиз, 1952.

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
3	11 стр.	10^{16}	10^{-6}
9	9 стр.	$5 \cdot 10^{-9}$ сек	$5 \cdot 10^{-9}$ сек
11	1 стр.	$2 \div 3 \cdot 10_8$ — сек	$2 \div 3 \cdot 10^{-8}$ сек
29	6 стр.	10^{-6} см/сек	10^6 см/сек
29	2 стр.	большой	большин
30	3 стр.	10^{-6} сек	10^{-6} сек
32	6 стр.	спаянности	спайности
33	17 стр.	10^{-} сек	10^{-8} сек
34	3 стр.	10^{-6} сек	10^{-6} сек
34	4,5 стр.	$10^{-4} - 10^{-}$ сек	$10^{-4} - 10^{-1}$ сек
34	19 стр.	10^{-8} и 10^{-6} см/сек	10^{-8} сек и 10^6 см/сек
56	форм. 9	В конце фигурной скобки следует — 1.	
65	3 стр.	формулу	форму
91	5 стр.	1350 ом и $R_T = 30$ ком	$R_T = 1350$ ом $R_T = 30$ ком
107	6 стр.	$\tau = 10^{-}$ сек	$\tau = 10^{-6}$ сек
109	16 стр.	образцов	микротвердости образцов
111	4 стр.	E	$E_{пр}$
112	рис. 9, 5 стр.	поле однородное	поле неоднородное
116	12 стр.	Винчелла	Винчелл
123	7 стр.	спаянность	спайность
128	32 стр.	40 мол %	90 мол %
170	1 стр.	ангенса	тангенса
217	15 стр.	При введении примесей типа внедрения	При введении примесей в твердые растворы типа внедрения
218	24 стр.	Измерялась зависимость	Определялась зависимость
219	8 стр.	хлористый рубидий	бромистый калий
219	22 стр.	хранения из монокристаллов	хранения монокристаллов
220	фиг. 2	В точке начала координат слева по оси lg z следует поставить — 12	
228	1 стр.	выражение	выражение
228	5 стр.	огла	тогда
228	6 стр.	арфора	фарфора
228	7 стр.	каркасном	в каркасном
228	8 стр.	етальной	детальной
228	16 стр.	гатушек	катушек
228	форм. 3	C_g	C_g
242	2 стр.	Из фиг. 1	Из диаграммы плавкости
244	11—12 стр.	рентгенограммы смещены	рентгенограммы сплава смещены
251	24 стр.	с ионизованном	с ионизированным
301	7 стр.	монизирующих	ионизирующих
302	18 стр.	-процентного	50-процентного
306	9 стр.	95% монокристалла	95% плотности монокристалла
325	24 стр.	группы	II группы
332	6 стр.	$10^7 - 10^8$ ом/сек	$10^7 - 10^8$ см/сек
343	1 стр.	„438—1“	„ИЗВ—1“
394	8 стр.	Co	Co