

Письма В РЕДАКЦИЮ

Метод определения количества задержанных электронов и поглощенной энергии моноэнергетического электронного пучка

А. В. Бялобжеский, В. Д. Вальков

В некоторых исследованиях, при которых облучению подвергается гетерогенная система металл — раствор, необходимо знать не только общее количество поглощенной энергии, но и распределение ее по отдельным элементам системы.

Нами разработан метод измерения количества быстрых электронов, задерживаемых в различных частях системы, облучаемой моноэнергетическим электронным пучком. Это необходимо для учета влияния электрохимических явлений (например, поляризации электродов), которые могут вызываться зарядом, образующимся в результате поглощения электронов.

Предлагаемый метод основывается на следующих соображениях

Пусть начальная интенсивность электронного пучка, направленного перпендикулярно к поверхности облучаемой системы,

$$\mathcal{E}_0 = N_0 E_0, \quad (1)$$

где E_0 — начальная энергия электрона в электрон-вольтах, E_0 — число электронов, падающих на облучаемую поверхность на 1 см^2 за одну секунду.

Количество энергии, поглощаемой в любом слое облучаемой системы, состоит из энергии электронов, полностью поглотившихся в нем, и энергии, отдаваемой электронами, пролетевшими через этот слой. Поэтому количество поглощенной энергии в первом, втором и других слоях будет равно:

$$\left. \begin{aligned} \mathcal{E}_1 &= [E_0 N_1 + (E_0 - \bar{E}_1) (N_0 - N_1)] 6,242 \cdot 10^{18}, \\ \mathcal{E}_2 &= [E_1 N_2 + (E_1 - \bar{E}_2) \times \\ &\quad \times (N_0 - N_1 - N_2)] 6,242 \cdot 10^{18}, \\ &\dots \dots \dots \\ \mathcal{E}_n &= [\bar{E}_{n-1} N_n + \bar{E}_n^{\text{эфф}} N_n^{\text{уп}}] 6,242 \cdot 10^{18}, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где $\bar{E}_1, \bar{E}_2, \dots, \bar{E}_n$ — средние энергии электронов, вылетающих из соответствующего слоя (электрон-вольты); $N_1, N_2, \dots, N_n$ — количество электронов, задержанных в тех же слоях $\left(\frac{a}{\text{см}^3 \cdot \text{сек}} \right)$ или $\left(\frac{a}{\text{г} \cdot \text{сек}} \right)$;

$6,242 \cdot 10^{18}$ — число электронов, соответствующие току 1 а ; $\bar{E}_n^{\text{эфф}} = \bar{E}_{n-1} - E_n$ — средняя эффективная энергия, отдаваемая одним электроном при прохождении n -го слоя; $N_n^{\text{уп}} = (N_0 - N_1 - N_2 - \dots - N_n)$ — число электронов, проходящих n -й слой.

Численные значения величин, входящих в уравнение (2), определялись нами экспериментально (рис. 1). Поглощающая ячейка состояла из 6 алюминиевых дисков 5, (толщина каждого 195 мк^*). Пучок электронов направлялся на ячейку через диафрагму 4, которая вырезала пучок площадью 1 см^2 и отсекала ту часть электронов, которая отклонялась от направления, перпендикулярного облучаемым дискам. Диски изолированы друг от друга слюдой (толщина 10 мк) и соединены проводами со штеккерами. Сначала все штекеры вставлялись в гнезда панели 1, соединенной с прибором A_1 , измеряющим общее количество электронов, задержанных в поглощающей ячейке. Переставляя поочередно штекеры из гнезд панели 1 в гнезда панели 2, можно с помощью прибора A_2 определять число задержанных электронов $N_1, N_2, \dots, N_n$.

Для определения $\bar{E}_1$ штеккер первого диска соединялся с панелью 2, а все остальные диски — с панелью 1. Затем устанавливалось такое напряжение на электронной трубке, чтобы при общем электронном токе, равном $N'_{\text{общ}} = (N_0 - N_1)$, в первом образце задерживалось столько же электронов, сколько их задерживалось во втором образце при первом измерении (которое назовем исходным) при токе N_0 и напряжении E_0 . Напряжение на электронной трубке в этом случае будет соответствовать, очевидно, величине E_1 . Значение E_2 находится тем же методом: на электронной трубке устанавливается такое напряжение, чтобы в первом образце при общем токе $N'_{\text{общ}} = N_0 - (N_1 + N_2)$ задерживалось столько

* Общая толщина всех дисков превышает пробег электронов для выбранной энергии $0,8 \text{ Мэв}$. Алюминий выбран потому, что он имеет малый коэффициент отражения.

же электронов, сколько при исходном измерении задерживалось в третьем образце. Продолжая измерения дальше, получим весь ряд значений: $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$.

На основании экспериментальных данных были построены кривые (рис. 2) зависимостей поглощения электронов (1), средней энергии электронов (2)

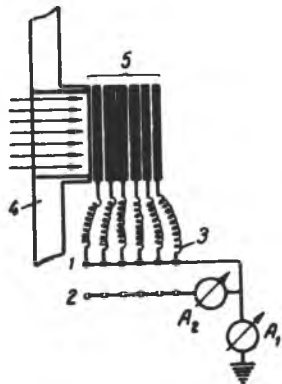


Рис. 1. Схема опыта по определению зависимости поглощения электронов от толщины поглощающего слоя.

1, 2 — панели с гнездами; 3 — один из штенкеров; 4 — диафрагма; 5 — диски.

и интенсивности электронного пучка (3) от толщины поглощающего слоя. Кривые 2 и 3 строились по экспериментальным точкам до значения толщины поглощающего слоя, равного $0,22 \text{ г/см}^2$. Дальнейший ход кривой 3 определялся из условия, что интенсивность электронного пучка при максимальном пробеге электронов равна нулю (точка пересечения кривой 1 с осью абсцисс). Для нахождения остальных

точек кривой 2 использовалась формула $E = \frac{\mathcal{E}_{\text{пр}}}{N_{\text{пр}}}$, где $\mathcal{E}_{\text{пр}}$ — значение энергии, прошедшей через определенный слой (ординаты кривой 3), а $N_{\text{пр}}$ — количество прошедших электронов (ординаты кривой 1).

Рассеяние электронов является возможным источником неточностей излагаемого метода. Так как оценить теоретически точность метода очень сложно, было решено сравнить его с широко используемым в радиационной химии методом ферросульфатной дозиметрии. Для этого за алюминийевыми дисками (рис. 1) устанавливалась стеклянная ячейка, заполненная раствором $0,015 \text{ N FeSO}_4$ в $0,8 \text{ N H}_2\text{SO}_4$. Первое измерение проводилось без алюминийевых дисков между диафрагмой и облучаемой ячейкой. В этом

опыте определялась общая интенсивность электронного пучка, поглощаемого в облучаемой системе. Затем между диафрагмой и ячейкой помещались поочередно один, два и т. д. алюминийевых диска. Количество энергии, поглощаемой в каждом диске,

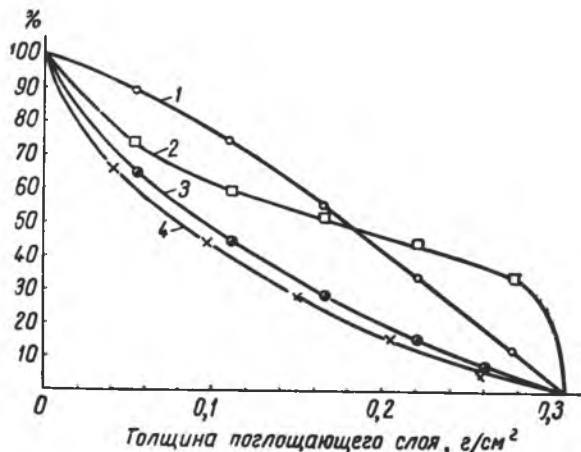


Рис. 2. Зависимости поглощения электронов (1), средней энергии электронов (2), интенсивности электронного пучка (3 и 4) от толщины поглощающего слоя.

Кривая 3 — по данным электрометрического метода; кривая 4 — по данным химической дозиметрии. Начальные условия: $E_0 = 5 \cdot 10^{18} \text{ эв}$, $E_0 = 0,8 \text{ Мэв}$, $N_0 = 1 \text{ мка}$.

определялось по разности показаний*) ферросульфатной дозиметрической ячейки. По этим данным была найдена зависимость интенсивности электронного пучка от толщины поглощающего слоя (кривая 4 рис. 2). Кривые 3 и 4 сдвинуты относительно друг друга на незначительную величину. Поэтому можно сделать вывод, что предлагаемый метод дает возможность определять с достаточной точностью количество поглощаемой энергии в случае облучения испытываемой системы пучком моноэнергетических электронов.

Поступило в редакцию 26 XII 1957 г.

*) Количество окисленного железа определялось титрованием KMnO_4 . Энергия окисления одной молекулы принималась равной $6,4 \text{ эв}$.

Измерение сечения деления U^{233} и полных эффективных сечений мышьяка, ванадия, тантала и висмута

В. В. Владимирский, А. А. Панов, И. А. Радкевич, В. В. Соколовский

Измерения сечения деления U^{233} и полных сечений мышьяка, ванадия, тантала и висмута выполнены на нейтронном спектрометре с механическим прерывателем, описанном ранее в работе [1].

Уран-233. Измерения проведены в интервале $0,026\text{—}30 \text{ эв}$ с разрешением 2, 1 и $0,2 \text{ мксек/м}$.

Двухсекционная многоэлектродная камера деления, устройство которой описано в работе [2], содержала 230 мг U^{233} . Относительный ход сечения деления нормирован на значение сечения деления при энергии $0,0253 \text{ эв}$, равное 532 барн [3]. Положения делительных уровней хорошо согласуется с дан-