

Н. Д. МОРГУЛИС и Я. П. ЗИНГЕРМАН

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОКСИДНОГО КАТОДА

*(Представлено академиком Г. С. Ландсбергом 15 X 1951)*

Уже сравнительно давно выяснилось, что эмиссионные свойства термоэлектронного оксидного катода (о. к.) в значительной степени определяются многими физическими свойствами его объема<sup>(1)</sup>.

В процессе исследования этих свойств в нашей лаборатории в 1941 г. была впервые успешно разработана (П. Зельцман) и использована зондовая методика исследования о. к., при помощи которой были впервые разделены его объемное и контактное сопротивления и выяснены некоторые их особенности. В последующие годы мы имели возможность снова возвратиться к дальнейшему развитию этой методики<sup>(2)</sup>.

Однако в последние годы мы пришли к выводу, что вопрос о природе термоэмиссии о. к. требует, в принципе, совершенно иного подхода<sup>(3)</sup>. В самом деле, понятно, что термоэлектроны выходят наружу из тонкого приповерхностного слоя о. к. протяженностью в несколько длин свободного пробега, т. е.  $10^{-6}$  —  $10^{-5}$  см; поэтому термоэмиссия о. к. и должна определяться физическими свойствами именно этого слоя, а не всего его объема.

Между тем, концентрацией свободных электронов, существующим, возможно, в нем электрическим полем и другими параметрами этот приповерхностный слой может существенно отличаться от всего объема о. к., хотя бы в силу следующих причин: 1) поперечной неоднородности структуры, 2) легкой подверженности этого слоя действию разных внешних факторов, 3) возможности образования здесь контактных слоев и т. д.

Поэтому представляется необходимым проверить экспериментально факт существования этого слоя и затем выяснить его особенности.

Эта задача уже была одним из нас (Я. З.) успешно решена качественно<sup>(3)</sup> путем комбинации одного зонда с электростатическим анализатором, позволявшим измерять полное падение потенциала на слое о. к. в процессе его эмиссии. Подобным путем удалось получить указания на факт существования этого приповерхностного слоя, а также выяснить некоторые его особенности.

В этой работе были указаны также пути полного решения этого вопроса, которые реализованы в настоящей работе, заключающейся в следующем.

В слой обычного подогретого о. к. с керном из никеля, с толщиной слоя  $\sim 120$ — $150$   $\mu$ , было введено последовательно на разных расстояниях три зонда из тоненькой платиновой ленточки, толщиной  $\sim 4$   $\mu$  и шириной  $\sim 30$ — $40$   $\mu$ . Катод окружала описанная ранее<sup>(3)</sup> система анализатора, позволявшая измерять полное падение потенциала

о. к. на его слое. Измерения производились в режиме одиночных прямоугольных импульсов длительностью 50 мксек.

При помощи подобной лампы было определено как распределение потенциала в слое оксида  $V=f(x)$ , так и полное падение потенциала на нем  $\Delta V$  при разных значениях эмиссионного тока  $I$ . Последний брался достаточно малым, так чтобы эти измерения происходили, в основном, в области действия закона  $3/2$ , где эмиссия, а следовательно, и распределение потенциала внутри слоя о. к. имели сравнительно однородный характер.

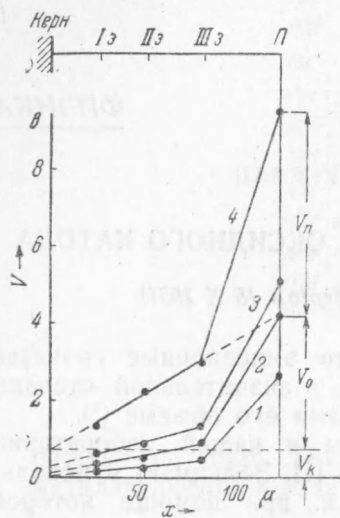


Рис. 1. 1 —  $I = 38$  ма, 2 — 66 ма, 3 — 99 ма, 4 — 180 ма

Типичный результат подобного цикла измерений приведен на рис. 1; ввиду того что распределение потенциала внутри слоя имеет в этом случае линейный характер, мы можем экстраполировать эти прямые в обе стороны и, следовательно, разделить падение потенциала  $\Delta V$  на следующие компоненты — приконтактную, объемную и приповерхностную:  $\Delta V = (V_k + V_0 + V_n)$ .

Из рассмотрения рис. 1 ясно видно, что, за редкими исключениями, о. к. действительно обладает приповерхностным слоем повышенного сопротивления, имеющим особые электрические свойства, отличные от свойств его объема.

Если построить вольт-амперную характеристику падения потенциала как в приповерхностном слое  $V_n$ , так и в объеме о. к.  $V_0$  в зависимости от силы сквозного эмиссионного тока  $I$  при разных температурах катода  $T$ , то мы получим результаты, представленные на рис. 2.

Из рассмотрения этого рисунка видно, что в области эмиссионных токов до  $I \approx 100$  ма или плотностей тока  $\approx 250$  ма/см<sup>2</sup> оба исследуемых сопротивления:  $R_n = V_n/I$  и  $R_0 = V_0/I$  имеют омический характер. Оба эти сопротивления резко падают с повышением температуры катода  $T$ , однако скорость этого спадания у первого из них несколько больше, чем у второго.

Изменение этих величин  $R_n$  и  $R_0$  в процессе активации о. к. представлено их вольт-амперными характеристиками на рис. 3. Мы видим здесь, что в процессе роста эмиссии о. к. от 110 до 360 ма происходит спадание обеих этих величин и, кроме того, в конце активации начинает понемногу вырисовываться

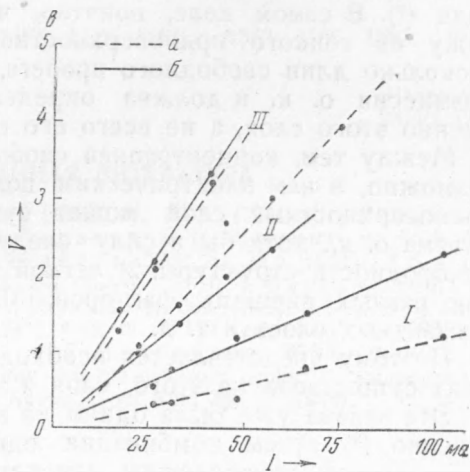


Рис. 2.  $a - V_n$ ,  $b - V_0$ . I —  $T = 1120^\circ\text{K}$ ,  $R_0 = 22\Omega$ ,  $R_n = 13\Omega$ ; II —  $T = 1070^\circ\text{K}$ ,  $R_0 = 42\Omega$ ,  $R_n = 55\Omega$ ; III —  $T = 1020^\circ\text{K}$ ,  $R_0 = 77\Omega$ ,  $R_n = 77\Omega$

появление и приконтактного сопротивления.

Наконец, аналогично предыдущему (3), и в данном случае производилось постепенное отравление эмиссии о. к. постоянной составляющей электронного тока и при этом определялось отдельно изменение

объемного и приповерхностного сопротивлений. При этом, пока чисто качественно, можно установить, что здесь весьма часто при спадании эмиссии величина  $R_{\text{п}}$  заметно вырастает, а величина  $R_0$  либо остается неизменной, либо даже несколько спадает.

Таким образом, эти опыты, аналогично предыдущим (3), но с большей определенностью указывают на наличие в этом случае качественно правильной корреляции между изменением электронной эмиссии и электрическими свойствами именно приповерхностного слоя, которым и должны определяться эмиссионные свойства о. к. В этом слое может оказаться порой сосредоточенным значительное электрическое поле  $\approx 10^5$  в/см, которое может оказать существенное влияние на закономерности термоэмиссии о. к. (4).

Следует подчеркнуть, что этот приповерхностный слой не является совершенно автономным, ибо на его свойства должны оказывать существенное влияние лежащие под ним объемная и приконтактная части о. к., хотя бы вследствие непрерывно идущих здесь диффузионных процессов, затем контактных явлений и т. п.

Что касается непосредственно приконтактного слоя о. к., лежащего на границе его слоя с керном, то мы думаем, что фактически его роль сводится, в конце концов, лишь к некоторому очень деликатному и своеобразному по свойствам сопротивлению, включенному последовательно в эмиссионную цепь.

В настоящее время мы перешли к дальнейшему развитию и применению описанного здесь метода исследования оксидного катода.

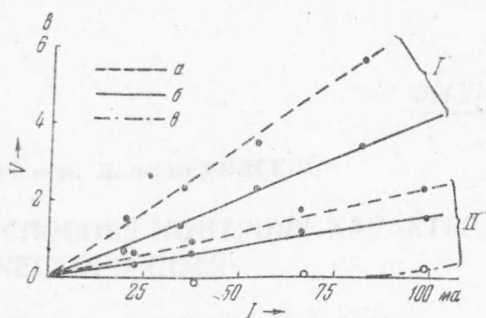


Рис. 3.  $a - V_{\text{п}}, b - V_0, c - V_{\text{к}}$ .  $I - I_0 = 110$  ма,  $R_{\text{п}} = 70 \Omega, R_0 = 42 \Omega$ ; II -  $I_{\text{п}} = 360$  ма,  $R_{\text{п}} = 24 \Omega, R_0 = 17 \Omega$

Институт физики  
Академии наук УССР  
Киев

Поступило  
2 X 1951

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> Н. Моргулис, Изв. АН СССР, сер. физ., 5, 536 (1941). <sup>2</sup> Н. Моргулис и В. Яговдик, ДАН, 59, 247 (1948); В. Яговдик, Кандидатская диссертация, КГУ, 1948. <sup>3</sup> Я. Зингерман, Кандидатская диссертация, ИФАН УССР, 1950; Н. Моргулис, Сборн., посвящ. семидесятил. акад. А. Ф. Иоффе, 1950, стр. 146. <sup>4</sup> С. Пекари и О. Томасевич, ЖТФ, 17, 1398 (1947).