

## ПОЛЯРИЗАЦИЯ КРЕМНИЯ И ГЕРМАНИЯ ПРИ УДАРНОМ НАГРУЖЕНИИ

*В.Н.Минеев, А.Г.Иванов, Е.З.Новицкий, Ю.Н.Тюлев,  
Д.В.Лисицын*

В настоящем сообщении излагаются результаты исследования поляризации монокристаллов кремния дырочной проводимости КДБ 4,5/0,4. Ударное нагружение производилось плоской ударной волной (у.в.) перпендикулярно плоскости (III) по схеме, представленной на рис.1,а.

Торцевые поверхности образцов покрывались слоем алюминия толщиной 2–3 мк. В опытах реализовывалось давление 200 кбар. Известно, что в этом случае по монокристаллу распространяется конфигурация из трех волн сжатия (рис. 1, б) [1].

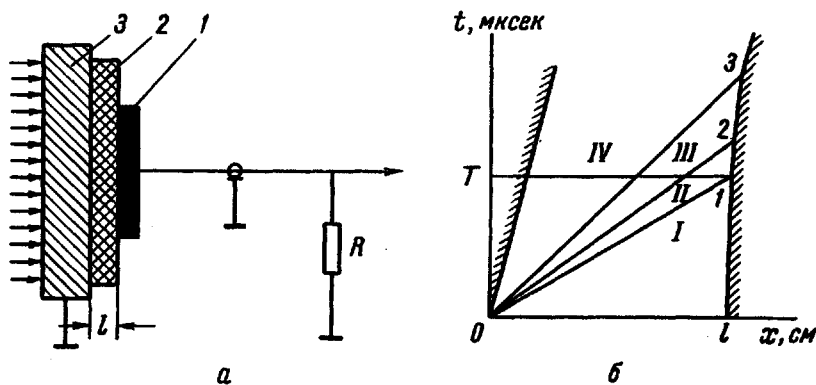


Рис. 1. а-Схема постановки опыта. 1 – измерительный электрод (на аллюминиевое покрытие площадью  $S$  накладывается медный диск), 2 – монокристалл кремния или германия, 3 – аллюминиевый экран. Стрелками показано направление движения фронта упругой волны; б-  $x-t$  – диаграмма сжатия монокристалла. 1 – упругая волна, распространяющаяся со скоростью  $D = 8,5 \cdot 10^5$  см/сек; 2, 3 – первая и вторая пластические волны. I – область несжатого вещества; II, III и IV – области материала, сжатого упругой, первой и второй пластическими волнами, соответственно

Результаты экспериментов показали:

1. Поляризационный ток  $I$  имеет положительный знак (это означает, что фронт у.в. несет положительный электрический заряд) и появляется одновременно с выходом у.в. на образец (рис.2).

2. Зависимость поляризационного тока от времени  $I(t)$  примерно постоянна (при  $0 < t < T$ ), исключая начало записи.

3. Падение напряжения на нагрузочном сопротивлении  $R$  практически не зависит от  $R$  при изменении последнего от 93 до 1053 ом.

4. При изменении толщины монокристаллов  $l$  от 0,1 до 0,6 см величина  $I$  (тока) остается также примерно постоянной.

Эти факты могут быть объяснены, если предположить, что вместе с фронтом упругой волны распространяется с постоянной скоростью  $D$  двойной электрический слой. В этом случае, с учетом того, что монокристалл обладает хорошей проводимостью ( $\rho = 4,5$  ом·см), практически вся разность потенциалов на двойном слое будет падать на  $R$ , а зависимость величины тока от  $S$  будет слабой. Толщина двойного слоя определяется проводимостью вещества и равна [2, 3]  $\delta = \rho \epsilon D / 4 \pi \sigma$ . где  $\epsilon$  –

диэлектрическая проницаемость вещества за фронтом у.в.,  $\sigma$  — сжатие вещества за фронтом у.в. Так как  $\delta$  пропорциональна  $\rho$ , а величина  $\rho$  согласно [4] быстро падает с давлением, то, полагая по аналогии, например, с оргстеклом [5], что поляризация слабо зависит от давления, влиянием двойных слоев на 1 и 2 пластических волнах на  $I(t)$ , по-видимому, можно пренебречь.

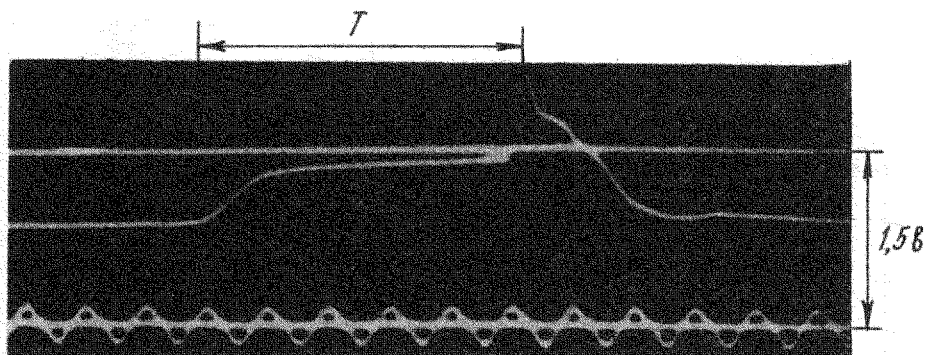


Рис.2. Типичная оциллограмма со сжатого образца КДБ.  $l = 0,49$  см;  $S = 1,25$  см<sup>2</sup>;  $R = 93$  ом. Масштабные метки времени — 0,1 мксек

Полагая  $\epsilon = 11,7$ ,  $\rho = 4,5$  ом·см,  $D = 8,5 \cdot 10^5$  см/сек и  $\sigma = 1$ , находим  $\delta = 4 \cdot 10^{-6}$  см. Считая, что на двойном слое разность потенциалов  $V$  равна наблюдаемой в опытах (0,4 в), оценим величину поляризации  $P$  (плотность поверхностных зарядов на двойном слое) и напряженность поля  $E$  в двойном электрическом слое:  $P = V\sigma/D\rho = 10^{-7}$  к/см<sup>2</sup>,  $E = V/\delta = 10^5$  в/см.

Найденное значение  $P$  соответствует числу заряженных частиц в единице объема двойного слоя  $1,6 \cdot 10^{17}$  рж<sup>-3</sup>. Заметим, что число примесных атомов в КДБ составляет  $\sim 10^{17}$  см<sup>-3</sup>. Для исследованного валентного кристалла, состоящего из электрически нейтральных атомов одного сорта, трудно представить иной механизм поляризации, чем поляризация, связанная с примесями.

Отметим появление острых пиков тока в момент  $T$ . Эти пики присутствовали и при замене материала электрода на фторопласт.\* Возможно, что это явление связано с резким уменьшением переходного сопротивления на границе алюминий-кремний при выходе у.в. на нее.

Отдельные опыты, проведенные с монокристаллами кремния (КЭФ 4,5/0,4) и германия (ГЭС 15-24/0,9) электронной проводимости, показали, что поляризационный ток в этих кристаллах имеет тот же знак и амплитуду примерно того же порядка, что в кремнии дырочной проводимости.

Поступило в редакцию  
22 февраля 1967 г.

## Литература

- [1] Л.В.Альтшулер. УФН, 85, 197, 1965.
- [2] А.Г.Иванов, Е.З.Новицкий. ПМТФ, 5, 104, 1966.
- [3] Я.Б.Зельдович. ЖЭТФ, 53, вып. 7, 1967.
- [4] S.Minomura, H.G.Drickamer. J. Phys. Chem. Solids., 23, 451, 1962.
- [5] G.E.Hauver. J.Appl. Phys., 36, 2113, 1965.

---

\* При сохранении электрического контакта.