

ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ СЕРЫ ПРИ СВЕРХВЫСОКИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ДАВЛЕНИЯХ

С.С.Набатов, А.Н.Дремин, В.И.Постнов, В.В.Якушев

Предложена схема экспериментов, позволяющая изучать переходы диэлектрик – металл в условиях динамического сжатия. Измерена удельная электропроводность серы в диапазоне давлений 0,3 – 1,1 Мбар.

За последние годы появился ряд работ, например [1 – 5], посвященных изучению переходов диэлектрик – металл при сверхвысоких статических давлениях. Полученная информация, однако, имеет лишь качественный характер, поскольку истинные величины давления, сжатия и удельной электропроводности остаются неопределенными. Это обусловлено отсутствием в мегабарном диапазоне давлений реперных точек и слишком малыми рабочими объемами экспериментальных установок [6]. Использование для такого рода исследований динамических методов сжатия вещества, в которых давление и сжатие можно рассчитать с хорошей точностью на основании законов сохранения по измеренным кинетическим параметрам ударных волн, осложняется малой длительностью эксперимента. Наличие паразитных индуктивностей в электрической цепи не позволяет за очень короткий промежуток времени надежно измерить сопротивление образца [7].

В настоящем сообщении дано описание экспериментального комплекса (рис. 1), с помощью которого можно осуществлять регистрацию переходов типа диэлектрик – металл в диапазоне динамических давлений до 1 Мбар и приведены данные по измерению удельного сопротивления ромбической серы.

Исследуемый образец серы полупроводниковой чистоты (ОСЧ 16-5) 1 вместе с изолирующими тефлоновыми прокладками 5, 6 зажимали между медными экранами 7 толщиной 8 мм и диаметром 120 мм. Геометрическую форму образца задавали прямоугольным отверстием ($0,4 \times 4 \times 10 \text{ мм}^3$) в центральной прокладке 5. При торможении алюминиевого ударника 8 толщиной 10 мм, разогнанного с помощью взрывного устройства, предложенного в работе [8], в экране создается ударная волна прямоугольного профиля. Прокладки с образцом сжимаются встречными ударными волнами одинаковой амплитуды. В силу того,

что сера и тефлон менее жесткие вещества, чем медь, их нагружение до максимального давления p_1 , соответствующего давлению лобового столкновения двух волн в меди, осуществляется серией ударных волн, циркулирующих между экранами и плоскостью соударения.

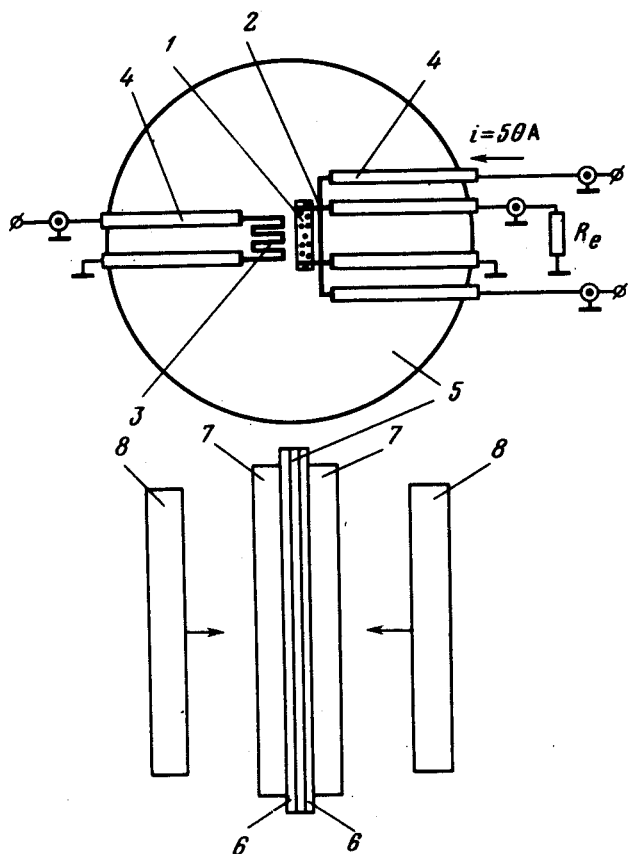


Рис. 1. Постановка экспериментов

Сопротивление образца R_x измеряли электроконтактным методом по четырехточечной схеме. Шунтирующий резистор 2, изготовленный из марганцевой фольги, располагали в непосредственной близости с образцом, что позволило свести к минимуму влияние паразитных индуктивностей. Участок образца, на котором измеряли падение напряжения u_x составлял 6,5 мм. В одной плоскости с резистором размещали марганцевый датчик давления 3, на основании показаний которого учитывали изменение сопротивления шунта. Выводы 4 представляли собой узкие полоски из медной фольги. Для регистрации использовали двухканальный осциллограф ОК-33 с входным сопротивлением $R_e = 75 \text{ Ом}$.

Одна из экспериментальных осциллограмм приведена на рис. 2. Отклонение луча первого канала u_p пропорционально давлению. Время от-

считывается от момента подхода первой ударной волны к датчику и шунтирующему резистору. Значения R_x представлены в таблице

p_1 , кбар	340	430	700	1080
R_x , Ом	0,07	0,055	0,05	0,03

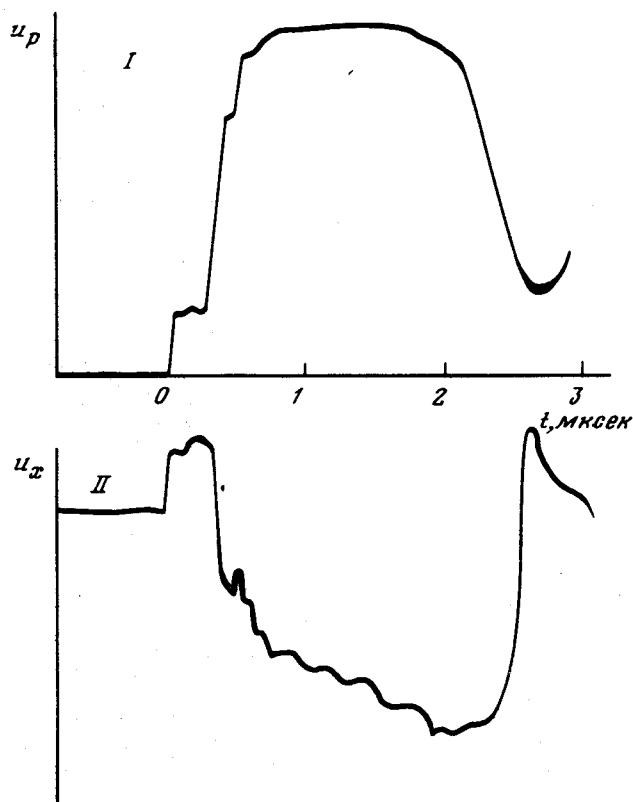


Рис. 2. Осциллограмма опыта: $p_1 = 700$ кбар, начальное сопротивление шунтирующего резистора 0,11 Ом

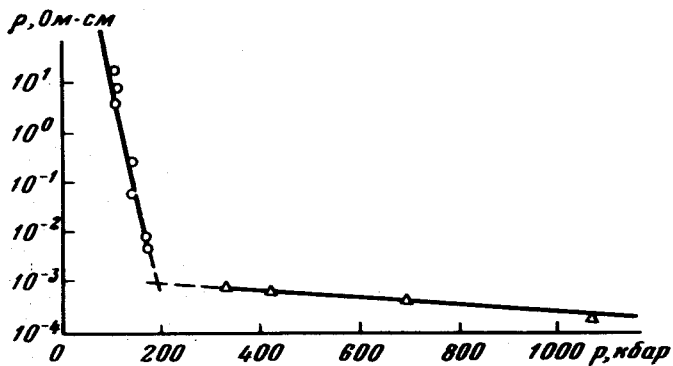


Рис.3. Зависимость удельного сопротивления от давления:
 Δ — наши данные, о — данные из [10]

Из-за отсутствия уравнения состояния для серы в области высоких давлений при расчете удельного сопротивления ρ брали величину сжатия, полученную в предположении, что сера нагружается до давления p_1 одной ударной волной. При этом использовали ударную адиабату, приведенную в [9], экстраполированную до 1 Мбар. Соответствующие значения ρ представлены на рис. 3. Здесь же приведены данные из работы [10], полученные при более низких давлениях в условиях однократного сжатия. На основании сопоставления наших данных с результатами [10] можно определить давление перехода серы в состояние с высокой электропроводностью, равное примерно 200 кбар. Интересно отметить, что несмотря на сильный разогрев вещества при динамическом нагружении, эта величина находится в хорошем соответствии с последними данными для давления перехода серы в металлическую фазу при статическом сжатии (200 – 240 кбар) [11].

Институт химической физики
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
15 февраля 1979 г.

Литература

- [1] Л.Ф.Верещагин, Е.Н.Яковлев, Г.Н.Степанов, Б.В.Виноградов. Письма в ЖЭТФ, **16**, 382, 1972.
- [2] Л.Ф.Верещагин, Е.Н.Яковлев, Б.В.Виноградов, В.П.Сақун. Письма в ЖЭТФ, **20**, 540, 1974.
- [3] Л.Ф.Верещагин, Е.Н.Яковлев, Ю.А.Тимофеев. Письма в ЖЭТФ, **21**, 190, 1975.
- [4] Л.Ф.Верещагин, Е.Н.Яковлев, Ю.А.Тимофеев. Письма в ЖЭТФ, **21**, 643, 1975.
- [5] N.Kawai, M.Togaya, O.Misima. Proc. Jap. Acad., **51**, 630, 1975.
- [6] V.Le Neindre, K.Suito, N.Kawai. HT-HP, **8**, 1, 1976.
- [7] Б.Алден. Сб. Твердые тела под высоким давлением. М., изд. Мир, 1966.
- [8] Г.И.Канель, А.М.Молодец, А.А.Воробьев. Физика горения и взрыва, **10**, 884, 1974.
- [9] В.Н.Жарков, В.А.Калинин. Уравнения состояния твердых тел при высоких давлениях и температурах, М., изд. Наука, 1968.
- [10] U.I.Berg. Ark. Fys., **25**, 111, 1964.
- [11] В.В.Евдокимова, И.Г.Куземская. Письма в ЖЭТФ, **28**, 390, 1978.