

ПЕРЕХОД SiO_2 В ПРОВОДЯЩЕЕ СОСТОЯНИЕ

Л.Ф.Верещагин, Е.Н.Яковлев
Б.В.Виноградов, В.П.Сажун, Г.Н.Степанов

Изучение электропроводности SiO_2 при статических давлениях в мегабарном диапазоне стимулируется потребностями геофизики и космогонии. Известны опыты по динамическому сжатию SiO_2 до давлений в несколько мегабар [1, 2]. В этих опытах перехода SiO_2 в металлическое состояние не обнаружено. Отсутствие металлизации SiO_2 при давлениях, значительно превышающих давления земных недр, до некоторой степени "закрыло" гипотезу (Ладочникова – Рамзая) о ядре Земли из металлического SiO_2 см. [3 – 5].

После достижения контактных давлений до 3 Мбар в наковальнях Бриджмена, изготовленных из алмазов типа карбонадо [6], и обнаружения перехода алмаза в металлическое состояние [7, 8] нами были предприняты попытки перевести SiO_2 в металлическое состояние. Нами было обнаружено, что SiO_2 подобно алмазу, сжатому между наковальнями до давлений $P \sim 1$ Мбар, также испытывает переход в проводящее состояние.

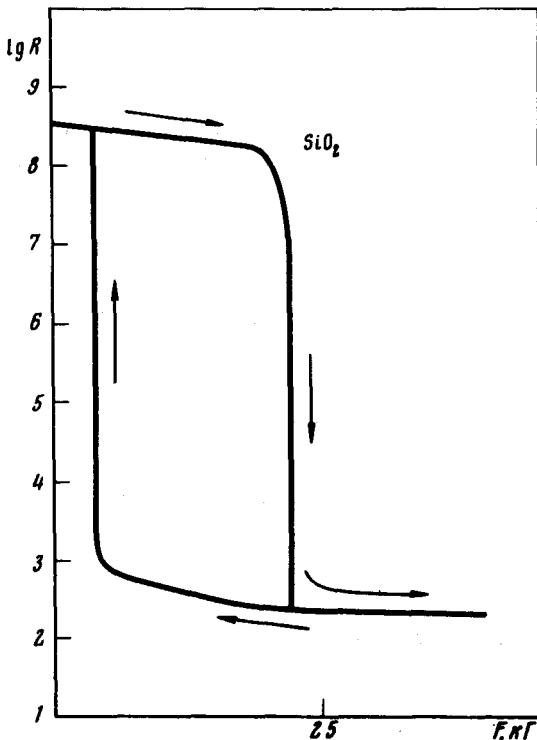


Рис. 1. Зависимость электро-сопротивления R слоя порошка SiO_2 от усилия F , приложенного к наковальням. Результат одного из опытов

В настоящее время мы располагаем следующими фактами: 1) под действием давления сопротивление SiO_2 испытывает скачок с $R \sim 10^8 + 10^9$ ом до $R \sim 10^2$ ом (рис. 1); 2) по мере снятия нагрузки на наковальни сопротивление возвращается к исходной величине (рис. 1);

3) нагревание SiO_2 , находящегося в проводящем состоянии, при нагрузке F_b (рис. 2), приводит к возрастанию сопротивления от $R \sim 10^2$ ом до $R \sim 10^8 + 10^9$ ом.

Возвращение сопротивления SiO_2 к исходной величине (пункт 2) свидетельствует либо о неразложимости SiO_2 под давлением, либо о незначительном проценте разложения. Скачкообразное увеличение сопротивления при нагревании проводящего SiO_2 при усилении F_b (пункт 3) указывает на наличие метастабильного проводящего состояния SiO_2 .

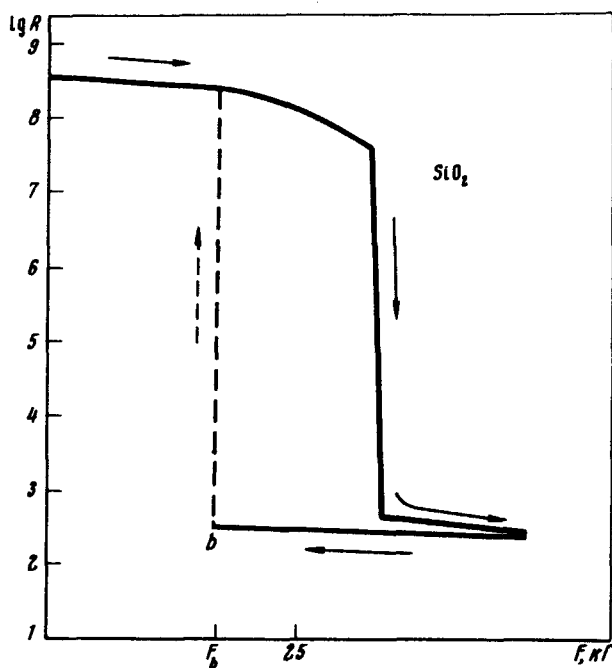


Рис. 2. Зависимость $R(F)$
При снятии нагрузки было зафиксировано усиление $F = F_b$ и произведен нагрев. Ход сопротивления с нагревом обозначен пунктирной линией

Таким образом, наблюдаемые явления 1), 2), 3) скорее подтверждают металлизацию SiO_2 , чем отсутствие таковой.

Недавно вышла из печати статья Каваи и Нишиямы [9], в которой сообщается об обнаружении проводимости SiO_2 под давлением. В работе [9] использовался образец SiO_2 в форме октаэдра, который сжимался восемью наковальнями. Две наковальни были изготовлены из карбида вольфрама и служили одновременно электропроводами, остальные шесть были сделаны из изолятора Al_2O_3 . Авторы обнаружили скачкообразное уменьшение сопротивления SiO_2 под давлением. Однако, при снятии давления сопротивление остается по крайней мере в 10^3 раз меньше исходного. Это свидетельствует о наличии необратимых процессов, приводящих к остаточной проводимости. Такими процессами могут быть, как указывается в [9], разложение SiO_2 под влиянием высоких давлений и больших сдвиговых напряжений [10]. Большие сдвиговые напряжения возникают при истечении SiO_2 в зазор между наковальнями.

Более того, как обнаружено нами, (готовится к печати) Al_2O_3 также переходит в проводящее состояние под давлением. Поскольку наковальни изготовлены из Al_2O_3 , то этот факт необходимо учитывать при интерпретации опытов с SiO_2 .

Институт физики высоких давлений
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
8 августа 1974 г.

Литература

- [1] Л.В.Альтшулер. УФН, 85, 197, 1965.
 - [2] R.S.Hawke. Phys. Earth Planet Interiors, 6, 44, 1972.
 - [3] В.А.Магницкий. Внутреннее строение и физика Земли. М., изд. "Недра" 1965.
 - [4] В.Н.Жарков, В.А.Калинин. Уравнения состояния твердых тел при высоких давлениях и температурах. М., изд. Наука, 1965.
 - [5] В.Н.Жарков, В.П.Трубицин, Л.В.Самсоненко. Физика Земли и планет. М., изд. Наука, 1971.
 - [6] Л.Ф.Верещагин, Е.Н.Яковлев, Г.Н.Степанов, К.Х.Бибаев, Б.В.Виноградов. Письма в ЖЭТФ, 16, 240, 1972.
 - [7] Л.Ф.Верещагин, Е.Н.Яковлев, Г.Н.Степанов, Б.В.Виноградов. Письма в ЖЭТФ, 16, 382, 1972.
 - [8] Л.Ф.Верещагин, Е.Н.Яковлев, Б.В.Виноградов, В.П.Сакуц, Г.Н.Степанов. Письма в ЖЭТФ, 17, 422, 1973.
 - [9] N.Kawai, A.Nishiyama. Proc. Jap. Acad., 50, 72, 1974.
 - [10] Л.Ф.Верещагин, Е.В.Зубова, К.Г.Бурдина. ДАН СССР, 196, 817, 1971.
-