

## СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ NaCl ПРИ ВЫСОКОМ ДАВЛЕНИИ

*Г. Н. Степанов, Е. Н. Яковлев, Т. В. Валянская*

Обнаружен переход в сверхпроводящее состояние металлической модификации NaCl, которая существует при высоком давлении.

Хлористый натрий интенсивно изучается в физике высоких давлений, в частности, как вещество, по которому определяется давление [1]. Установлено, что под давлением хлористый натрий переходит в более плотную модификацию со структурой CsCl, давление перехода  $292 \pm 10$  кбар [2]. Эта модификация, также как и исходная, является диэлектриком.

Вопрос о металлизации NaCl неоднократно обсуждался в литературе [3 — 5]. В работе [6] рассчитаны термодинамические потенциалы хлористого натрия в структуре CsCl для диэлектрического и металлического состояний. Установлено, что при  $P \sim 1,35$  мбар более устойчивым является металлическое состояние. Экспериментально превращение NaCl в проводящее состояние при высоком давлении наблюдалось в [7].

Настоящая работа предпринята с целью обнаружения сверхпроводимости проводящей модификации NaCl. Малогабаритный винтовой пресс

и камера высокого давления: схематически представлены на рис. 1. Эксперименты проводились с использованием пуансонов 2 (см. рис. 1), изготовленных из искусственных алмазов типа "карбонадо" [8]. Эта камера применялась ранее для исследования сверхпроводимости под давлением [9, 10].

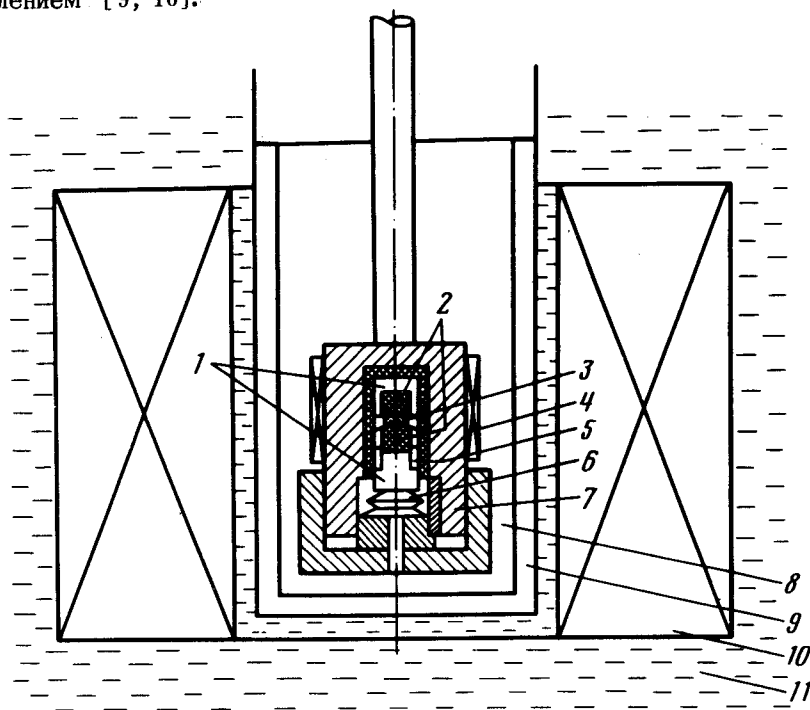


Рис. 1. Схема установки для наблюдения сверхпроводимости при высоком давлении: 1 — оправки пуансонов из бериллиевой бронзы; 2 — пуансоны из синтетических алмазов типа "карбонадо"; 3 — образец; 4 — нагреватель; 5 — манганиновый термометр и сверхпроводящий температурный репер (свинец); 6 — тарельчатые пружины; 7 — винтовой пресс из бериллиевой бронзы; 8 — теплообменный гелий ( $P \sim 10$  мм рт. ст.); 9 — вакуумная рубашка; 10 — сверхпроводящий соленоид; 11 — жидкий гелий

В соответствии с развитой методикой слой NaCl толщиной  $\sim 0,1$  мм наносился на пуансон с плоской рабочей поверхностью. Для удаления влаги пресс и камера высокого давления просушивались при температуре  $\sim 120^\circ\text{C}$ .

Сжатие NaCl между пуансонами 2 в винтовом прессе 4 приводило к появлению проводящей модификации. Измерение сопротивления образца производилось потенциометрическим способом. Потенциальные электроды припаивались к металлическим оправкам 1 вблизи рабочей поверхности пуансона 2. Измерительный ток пропускаться через пуансоны 2 и образец 3. Отметим, что проводимость пуансонов 2 связана с проводящими включениями в искусственном алмазе типа "карбонадо". Для повышения надежности электрического контакта между пуансонами 2 и образцом 3 поверхность пуансонов покрывалась тонкой ( $h \sim 0,1$  мкм) пленкой алюминия.

Перед проведением экспериментов с NaCl проводились контрольные опыты. Пуансоны сжимались в винтовом прессе без образца между ними. Для двух пар пуансонов, с которыми в дальнейшем проводились эксперименты с NaCl, обнаружено монотонное уменьшение сопротивления по закону, близкому к линейному, с ростом температуры от 2 до 20К (см. рис. 2).

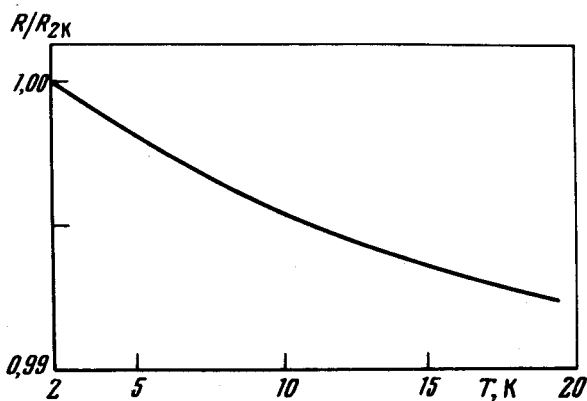


Рис. 2. Температурная зависимость сопротивления пуансонов.

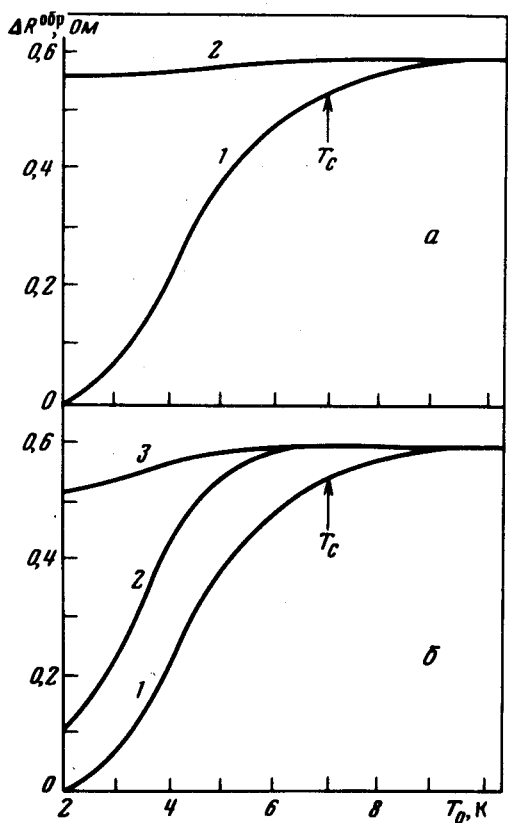


Рис. 3. Температурные зависимости сопротивления образца NaCl: а — при различных измерительных токах: 1 — 100 мкА, 2 — 500 мкА; б — во внешних магнитных полях: 1 —  $H = 0$  кэ, 2 —  $H = 12$  кэ, 3 —  $H = 24$  кэ. ( $J = 100$  мкА)

При сжатии образца NaCl между пуансонами наблюдалось падение сопротивления от  $R > 10^8$  до  $R \sim 10 \div 100$  Ом. Измерение зависимости сопротивления от температуры проводилось 1) при различных из-

мерительных токах ( $J = 1 - 500$  мкА), 2) во внешних магнитных полях ( $H \leq 24$  кэ). При обработке экспериментальных данных получены температурные зависимости изменения сопротивления образца

$$\Delta R_{\text{обр}} = R_{\text{обр}}(T, J, H) - R_{\text{обр}}(2\text{К}, 100 \text{ мкА}, 0 \text{ кэ})$$

приведенные на рис. 3.

Из рис. 3,а видно, что сопротивление образца резко увеличивается в интервале температур  $2 \div 7\text{К}$  на величину  $\sim 0,5$  Ом при токе 100 мкА, текущем через образец. Если ток увеличивается до 500 мкА, сопротивление образца в интервале  $2 - 7\text{К}$  остается практически постоянным.

Внешнее магнитное поле (рис. 3,б) также приводит к уменьшению изменения сопротивления образца.

Совокупность экспериментальных данных позволяет сделать заключение о том, что проводящая модификация хлористого натрия является сверхпроводящей при температурах ниже 7К. Сверхпроводящий переход имеет ширину более 5К, это может быть связано с неоднородностями давления в образце. Критическое магнитное поле более 24 кэ.

В заключение авторы выражают благодарность В.А.Гузову, В.А.Родионову, М.С.Фитасову за помощь при изготовлении аппаратуры и проведении экспериментов.

Институт физики  
высоких давлений

Поступила в редакцию  
7 марта 1979 г.

### Литература

- [1] D.L.Decker. J.Appl. Phys., **42**, 3239, 1971.
- [2] G.J.Piermarini, S.Block. Rev. Sci. Instr., **46**, 973, 1975.
- [3] У.Харрисон. Теория твердого тела. М., изд. Мир, 1972.
- [4] P.Löwdin, A Theoretical Investigation into Some Properties of Ionic Crystals, Upsala, 1948.
- [5] Л.В.Альтшулер, Н.И.Бражник, М.Н.Павловский. Физика горения и взрывов, **5**, 513, 1969.
- [6] В.А.Жданов, В.А.Кучин, В.В.Поляков. Изв. высш. уч. зав. сер. физика, №3, 1973.
- [7] Л.Ф.Верещагин, Е.Н.Яковлев, Б.В.Виноградов, В.Л.Саун. Письма в ЖЭТФ, **20**, 540, 1974.
- [8] Л.Ф.Верещагин, Е.Н.Яковлев, Г.Н.Степанов, К.Х.Бибаев, Б.В.Виноградов. Письма в ЖЭТФ, **16**, 240, 1972.
- [9] Л.Ф.Верещагин, Е.Н.Яковлев, Ю.А.Тимофеев, Б.В.Виноградов. Письма в ЖЭТФ, **26**, 61, 1977.
- [10] Е.Н.Яковлев, Г.Н.Степанов, Ю.А.Тимофеев, Б.В.Виноградов. Письма в ЖЭТФ, **28**, 369, 1978.