

О СВЕРХПРОВОДИМОСТИ РАСТВОРОВ НАТРИЯ В АММИАКЕ *)

В марте — июле 1946 г. были опубликованы краткие сообщения Р. Огга¹ об открытии им сверхпроводимости растворов натрия в аммиаке, наблюдающейся при температурах от 90 до 190° К. Работы Огга привлекли всеобщее внимание

*) L. Giulotto, A. Gigli, Electrical conductivity of Na — ammonia solutions at low temperatures. Phys. Rev. 71, № 3, 211 (Febr. 1947).

внимание, так как наивысшая температура, при которой ранее наблюдалась сверхпроводимость, равняется приблизительно 3°K ($\text{NbN} - \text{NbH}$). Огг применял растворы с концентрацией от $0,5 N$ до $2N$. В этой области концентраций при понижении температуры до $40-60^{\circ}\text{C}$ происходит разделение раствора на две фазы, отличающиеся цветом. Если, однако, охлаждать раствор очень быстро, как делал Огг, то он затвердевает, не распадаясь (по крайней мере, видимо) на две фазы. При таком быстром охлаждении сопротивление затвердевшего раствора уменьшается в тысячу раз от $\sim 10^4 \Omega$ в жидком состоянии до $\sim 10 \Omega$ в твёрдом. Именно такое сопротивление имел бы металлический натрий, если бы он выпал из раствора, образовав проводящий канал. Выделение натрия на стенках капилляров с затвердевшим раствором действительно наблюдается. Однако Огг полагает, что затвердевший раствор является сверхпроводящим и приписывает остаточное сопротивление плохим контактам, возникающим из-за растрескивания при затвердевании. Чтобы доказать сверхпроводимость затвердевшего раствора, Огг погружал кольцо из раствора в жидкий кислород в магнитном поле порядка 1500 эрстед и затем, удалив кольцо из магнитного поля, измерял его магнитный момент индукционным методом. Только в 7 случаях из 200 наблюдались отклонения гальванометра, позволявшие предполагать наличие тока в кольце. Эффект исчезал сам собой через 1—2 мин.

После опубликования работ Огга в разных лабораториях были предприняты опыты для проверки экспериментов Огга. При этом большинство исследователей не подтвердило результатов, полученных Оггом. У нас в СССР Шальников, Туманов и Шарвин² пришли к выводу, что содержание сверхпроводящей фазы не могло превышать $0,10\%$. При этом влияние растрескивания было исключено. Даунт, Дезираи, Мендельсон и Бёрч³, применявшие приблизительно ту же методику, также получали отрицательные результаты. К тем же выводам пришли Бурс, Кук, Понтиус и Земанский⁴, однако возможность растрескивания, которая не была устранена в этих опытах, делает их недостаточно убедительными. Только Ходжинс⁵ нашёл положительный эффект, правда, лишь в очень небольшом числе случаев.

Giulotto и Gigli (институт физики Павийского университета), повторявшие опыты Огга, получили отрицательные результаты. Быстрое замораживание раствора (с концентрацией около $1N$) происходило при падении небольшого количества раствора в сосуд с плоским дном, погружённый в жидкий воздух. Сосуд находился между полюсами электромагнита, напряжённость поля которого равнялась ~ 500 эрстед. На дне сосуда образовывался твёрдый диск, температура которого через несколько секунд понижалась до температуры жидкого воздуха. После этого сосуд вынимался и устанавливался около магнетометра с чувствительностью 10^{-4} эрстед. Продолжительность этой операции не превышала одной секунды, и при этом принимались меры, чтобы предотвратить быстрое нагревание твёрдого диска.

Во всех 20 опытах, проделанных авторами, сверхпроводящий эффект не был обнаружен. Авторы, кроме того, измеряли с помощью обычной схемы мостика Уитстона сопротивление раствора, быстро замораживая и потом нагревая его. При этом наблюдалось чрезвычайно резкое падение сопротивления (при -80°C для $0,7$ молярного раствора). Отношение максимального сопротивления в жидкой фазе к минимальному в твёрдой фазе равняется приблизительно 150, но в опытах с более медленным замораживанием или нагреванием оно достигало ещё больших значений. Явление носит обратимый характер. Увеличение сопротивления перед затвердеванием авторы приписывают возможному появлению двух фаз. При очень быстром замораживании это увеличение сопротивления или было очень мало или не наблюдалось совсем. Авторы считают свои измерения сопротивления твёрдого раствора не очень точными, так как они не смогли избежать появления трещин в диске. Однако и в других опытах, в которых, по мнению авторов, влияние плохих контактов было исключено, сопротивление твёрдой фазы оставалось отличным от

нуля. На основании своих опытов авторы приходят к заключению, что изменение сопротивления при затвердевании раствора связано с обычным фазовым переходом и никак не может быть истолковано как появление сверхпроводимости. В большинстве упомянутых выше исследований, предпринятых для проверки эффекта Огга, в том числе и основанных на более бесспорной методике, были получены те же результаты. Поэтому мы должны, повидимому, отвергнуть выводы Огга о сверхпроводимости раствора натрия в аммиаке. Тем не менее такое резкое падение сопротивления при затвердевании представляет большой интерес и нуждается в дальнейшем изучении.

Б. Гейликман

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. R. A. Ogg, Phys. Rev. **69**, 243, 1946; **70**, 93, 1946.
2. К. А. Туманов, А. И. Шальников, Ю. В. Шарвин, ДАН, **LVI**, 33, 1947.
3. J. G. Daunt, M. Desirant, K. Mendelsson, J. Birch, Phys. Rev. **70**, 219, 1947.
4. H. A. Boorse, D. B. Cook, R. B. Pontius, M. W. Zemansky, Phys. Rev. **70**, 92, 1946.
5. J. W. Hodgins, Phys. Rev. **70**, 568, 1946.