

## О ВОЗМОЖНОМ ФАЗОВОМ ПРЕВРАЩЕНИИ В ТВЕРДОМ ПАРАВОДОРОДЕ

*В. Г. Манжель, Б. Г. Удовидченко, В. Б. Есельсон*

Результаты исследования теплового расширения и сжимаемости твердого параводорода под давлением позволяют предположить существование фазового перехода в предплавильной области.

При изучении теплового расширения твердого параводорода в предплавильной области при давлении 30 атм нами были обнаружены скачки объема, положение которых зависело от направления изменения температуры (гистерезис) и предистории образца отвердевшего газа. Методика эксперимента подобна описанной в [1]. Используемая в настоящей работе измерительная ячейка отличалась от применяемой в [1], главным образом, большим рабочим объемом, что значительно улучшило воспроизводимость результатов. Пара-состав используемых образцов  $- 98 \pm 0,5\%$ . На рисунке представлена температурная зависимость мольного объема  $V$  твердого параводорода по результатам трех серий из-

мерений. Кристаллизация водорода осуществлялась за 40 мин. Скачок объема имеет место в интервале 13,7–14,2°K и равен в среднем (по данным 12 опытов) 0,15% V. Образцы, полученные более медленной кристаллизацией, обнаруживают больший гистерезис, и верхняя температура скачка может отличаться лишь на 0,2–0,3°K от  $T_{пл} = 14,8^{\circ}K$ . Предварительные исследования теплового расширения при 150 атм и измерения сжимаемости также обнаружили скачки объема твердого параводорода.

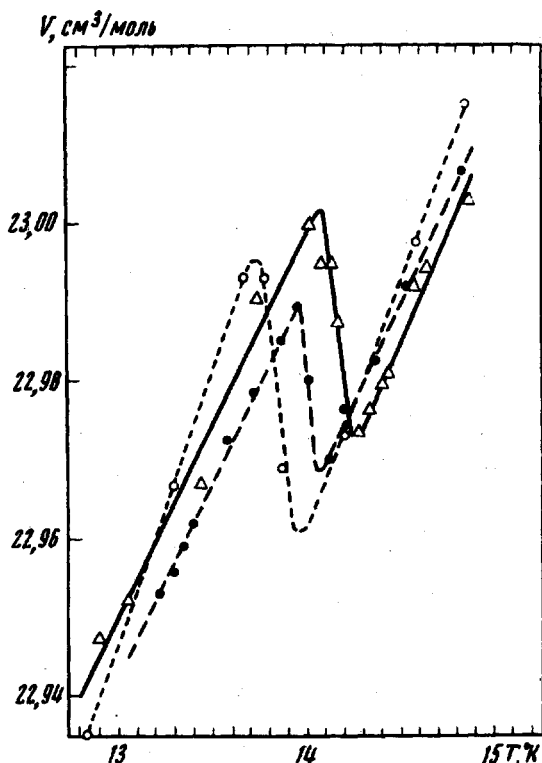


Рис. 1. Зависимость мольного объема параводорода при  $P = 31 \text{ атм}$  от температуры:  $\Delta$  и  $\bullet$  — при повышении  $T$ ,  $\circ$  — при понижении

Обнаруженные явления естественно интерпретировать как проявления фазового превращения первого рода в твердом параводороде. Несколько необычным для простого молекулярного кристалла представляется уменьшение объема при переходе от низкотемпературной фазы к высокотемпературной. Методика наших измерений [1] такова, что изменение объема сопровождается пластическим течением образца. Известно [2], что деформация образца может заметно сместить температуру перехода. В частности, поэтому равновесная температура перехода вряд ли может быть определена достаточно точно нашим методом.

Ранее параводород в интересующей нас области температур и давлений изучался в работах [3–5]. Увеличение плотности с повышением температуры в предплавленной области отмечалось в [3] и объяснялось отрицательным коэффициентом теплового расширения. Однако результаты этой работы с равным успехом могут быть объяснены и существованием фазового перехода первого рода. Обнаруженные недавно Воннером и Мейером [4] невоспроизводимость и аномально большие величины поглощения ультразвука в твердом параводороде также могут быть связаны с существованием фазового перехода. В то же время измерения

теплоемкости [5] и скоростей звука [4] твердого параводорода под давлением не обнаружили фазового превращения. Возможно, что из-за очень малого различия в плотностях фаз, соответствующее различие в скоростях звука и теплоемкостях не превышает погрешности эксперимента. В таких условиях температурная зависимость скорости звука может не почувствовать фазового превращения. При измерениях теплоемкости  $C = \Delta Q / \Delta T$  можно обнаружить фазовый переход, если калориметрический нагрев  $\Delta T$  охватывает температуру превращения или непосредственно примыкающую к ней область. Из рисунка 2 и 3 работы [5] видно, что значения теплоемкости в интересующей нас области температур и давлений определены довольно редко и фазовое превращение могло остаться незамеченным. В дальнейшем предполагается детальное исследование обнаруженного явления при давлениях до 200 атм.

Физико-технический институт  
низких температур  
Академии наук Украинской ССР

Поступила в редакцию  
3 июня 1973 г.

#### Литература

- [1] B.G.Udovidchenko, V.G.Manzhelii. J. Low Temp. Phys., 3, 429, 1970.
  - [2] C.S.Barrett, L.Meyer, J.Wasserman. J. Chem. Phys., 45, 834, 1966.
  - [3] G.A.Cook, R.F.Dwyer, O.E.Berwaldt, H.E.Nevins. J. Chem. Phys., 43, 1313, 1965.
  - [4] R.Wanner, H. Meyer ( в печати)
  - [5] G.Ahlers. J. Chem. Phys., 41, 86, 1964.
-