

К ВОПРОСУ О "ТВЕРДОСТИ" КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ГЕЛИЯ.

К.Кешишев, Л.Межов-Деглин¹⁾, А.Шальников

Приводятся наблюдения над вдавливанием стеклянного индентора в поверхность кристаллического гелия.

Одновременно с попыткой наблюдения вакансионных [1] было проведено и несколько экспериментов по изучению механических свойств кристаллов гелия 4. Идея этих опытов заключалась в измерении "твердости" кристалла на границе с жидкостью²⁾. Для этой цели был изготовлен прибор изображенный на рис. 1. В первом варианте прибора ин-

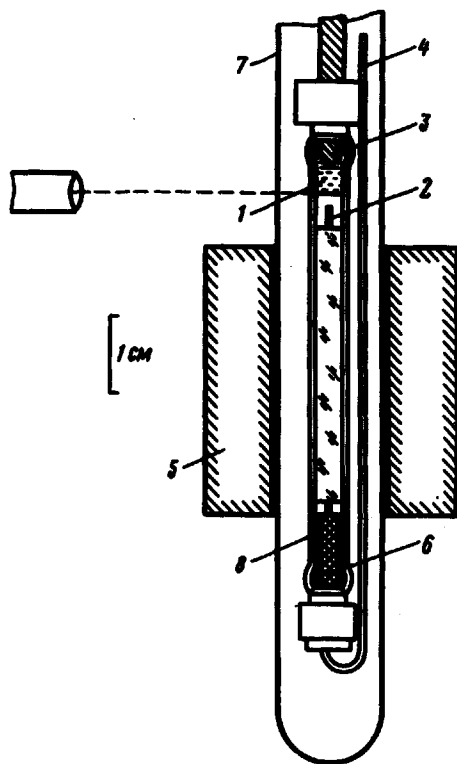


Рис. 1. 1 — кристалл гелия, 2 — индентор, 3 — холодопровод, 4 — трубка подачи гелия, 5 — сверхпроводящая катушка, 6 — магнитное ярмо, 7 — вакуумная рубашка, 8 — ампула

дентором служила стеклянная палочка с оплавленным концом (см. рис. 2) диаметром 0,6 мм, укрепленная на оси стеклянной призмы — поршня трехугольного сечения, на другом конце которой располагалось магнитное ярмо. Во втором варианте прибора форма индентора была изменена на строго цилиндрическую с диаметром 0,61 мм.

¹⁾ Институт физики твердого тела.

²⁾ Кеезом [2] отмечает, что в своих попытках наблюдения твердого гелия он "ковал" его молоточком приводившимся в действие электромагнитом.

Перемещение индентора осуществлялось с помощью сверхпроводящей катушки. Втягивающая сила при малых перемещениях ярма и приведенной геометрии составляла 670 дин/а . Для ликвидации сухого трения между поршнем и стенками контейнера к криостату прикреплялась вибро-электрическая зубная щетка.

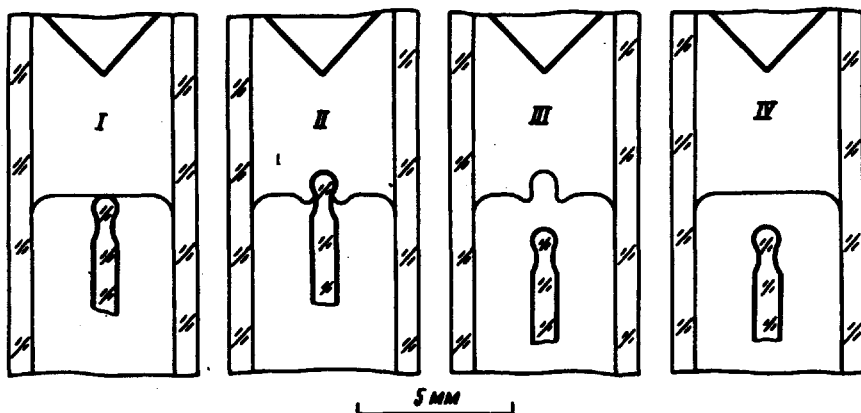


Рис. 2. Последовательные стадии действия индентора

Эксперимент заключался в визуальном наблюдении микроскопом МБС-2 вдавливания конца индентора в плоскую поверхность кристалла гелия.

К сожалению эти наблюдения приходилось вести через шесть стеклянных стенок (две стенки азотного дьюара, две стенки гелиевого дьюара, одну стенку вакуумной рубашки и одну стенку контейнера с кристаллом).

В экспериментах с закругленным индентором наши наблюдения сводятся в общих чертах к следующему. После выращивания кристалла ($T \sim 1,93 - 2,18^\circ\text{K}$, $p \sim 35 - 40 \text{ атм}$) и приведения теплового режима к равновесию скорость перемещения границы кристалл – жидкость не превышала 1 мк/сек (см. рис. 2-I). Внедрение индентора в кристалл происходило со скоростью $\sim 100 \text{ мк/сек}$ и приводило к образованию глубокой лунки с краями окаймленными "выдавленным" веществом, объем которого был сравним с объемом занятым внедренным концом индентора (рис. 2-II). При включении тока индентор падал и образованная им глубокая вмятина неожиданно "залечивалась" за несколько секунд, т. е. со скоростью \sim сотни мк/сек (рис. 2-III).

После выравнивания поверхности кристалла его поверхность снова продолжала перемещаться со скоростью не превышавшей 1 мк/сек (рис. 2-IV). Результаты полученные в приборе с цилиндрическим индентором, перемещение которого измерялось катетометром КМ-5, приведены на рис. 3.

Вплоть до тока в $0,5 \text{ а}$ (действующая сила $\sim 330 \text{ дин}$) вдавливание индентора не происходило, при дальнейшем увеличении действующей силы индентор начинал вдавливаться внутрь кристалла с практически постоянной скоростью $\sim 3 \text{ мк/сек}$.

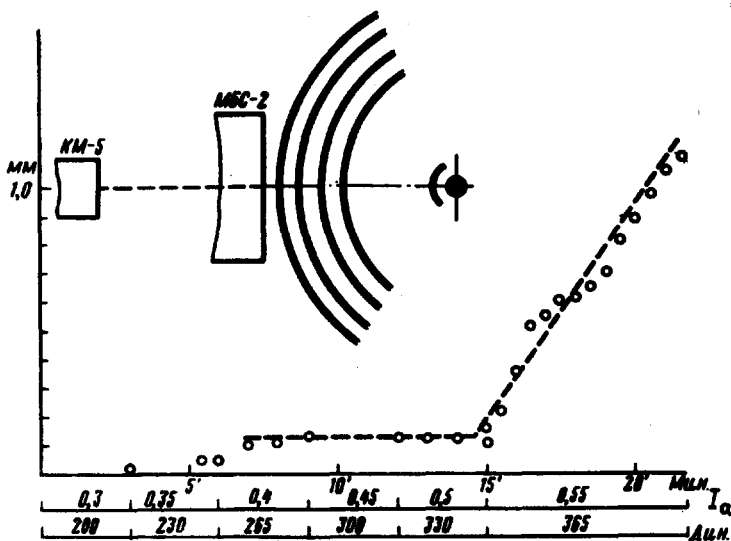


Рис. 6. Зависимость смещения индентора от времени тока в катушке и действующей силы

В этих качественных наблюдениях наиболее интересными нам кажутся явления образования и "залечивания" вмятины на границе жидкость - кристалл, которые вряд ли могут быть объяснены какими либо температурными эффектами.

В настоящее время мы располагаем металлическим криостатом с плоскопараллельными окнами из химического стекла $10 \times 50 \text{ мм}^2$, вплавленными рантовым швом в феррохромовые рамки, припаянные затем сплавом Вуда к гелиевому сосуду из нержавеющей стали. Такие окна многократно выдерживают тепловые удары от 300 до 80°К без всякого нарушения вакуумной плотности. Таким образом, вместо шести произвольных стеклянных стенок, сильно искажающих объект, остаются только две - стенка вакуумной рубашки и контейнера с кристаллом.

Новая аппаратура значительно облегчит исследование механических свойств кристаллического гелия.

Институт физических проблем
Академии Наук СССР

Поступила в редакцию
6 февраля 1973 г.

Литература

- [1] А.Андреев , К.Кешишев, Л.Межов-Деглин, А.Шальников. Письма в ЖЭТФ, 9, 507, 1969.
[2] W. H. Keesom. Comm. Phys. Lab. Leiden, No 184 "b" v. 17; 1926 .