

## НОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА ПО ПЛЕНКЕ HeII

Б. Н. Есельсон, В. Г. Иванцов, Р. И. Щербаченко

При изучении явления переноса по пленке HeII большое значение придается материалу поверхности, по которой осуществляется движение пленки.

Поэтому исследования скорости переноса, проведенные вначале для стеклянной поверхности, в дальнейшем были существенно расширены и охватили большой перечень материалов – металлов и пластмасс. Это позволило установить [ 1 ], что скорость переноса по различным поверхностям практически не отличается от скорости переноса по стеклу, если только используется достаточно гладкая поверхность.

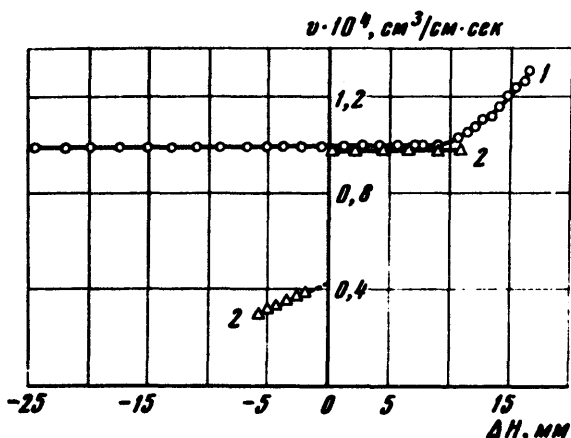


Рис. 1. Зависимость скорости вытекания ( $v$ ) по пленке HeII от разности уровней ( $\Delta H$ ) для плексигласовой ампулы при  $T = 1,5^\circ\text{K}$

Однако, при проведении опытов по определению критической скорости движения пленки с использованием конической ампулы, изготовленной из органического стекла (плексигласа), нами были обнаружены совершенно необычные явления. Поскольку их наличие могло быть связано с формой ампулы, опыты в дальнейшем проводились с цилиндрическими плексигласовыми ампулами с внутренним диаметром 4 мм и длиной 50 мм. Такая ампула находилась внутри стеклянного сосуда (диаметром 25 мм), частично заполненного жидким гелием, и при помощи обычно используемых устройств [ 2 ] можно было менять ее положение относительно уровня жидкости. Прибор находился внутри дьюара с жидким гелием, температура которого поддерживалась постоянной с большой точностью.

Изменение уровня жидкого гелия в ампуле со временем измерялось катетометром. Наблюдения за уровнем велись как и в случае, когда он был выше (вытекание), так и ниже (натекание) уровня гелия в приборе. По известным размерам ампулы в дальнейшем определялась скорость переноса (в  $\text{см}^3/\text{сек}$ , отнесенная к единице периметра сечения ампулы) и ее зависимость от разности уровней ( $\Delta H$ ) и расстояния от наиболее высокого уровня жидкости до края ампулы ( $H$ ).

Результаты, полученные при изучении вытекания, представлены на рис. 1 (кривая 1). Как и в случае обычных материалов, скорость пе-

реноса велика, пока уровень жидкости близок к краю, а затем плавно падает и в дальнейшем мало меняется с изменением  $\Delta H$ . Однако, в отличие от обычно наблюдающейся картины, процесс переноса не заканчивается при  $\Delta H = 0$ , а продолжается вплоть до полного опустошения ампулы. Для некоторых ампул, изготовленных из того же листа плексигласа, но вырезанных в других направлениях, наблюдалось резкое падение скорости при  $\Delta H = 0$ , но и здесь вытекание продолжалось при отрицательных значениях  $\Delta H$  (рис. 1, кривая 2). Были отмечены случаи, когда этот эффект у новой ампулы наблюдался не сразу, а только в течение второго или третьего экспериментов<sup>1)</sup>. Вряд ли следует думать, что имеет место анизотропия свойств исходного материала. Вернее всего, причину такого отличия следует искать в трудноучитываемых процессах, которые могли иметь место при изготовлении ампул или в незначительном отличии от формы (некоторые ампулы, для которых, в частности, вытекание характеризовалось кривой 1 (рис. 1), имели вверху бортик для крепления).

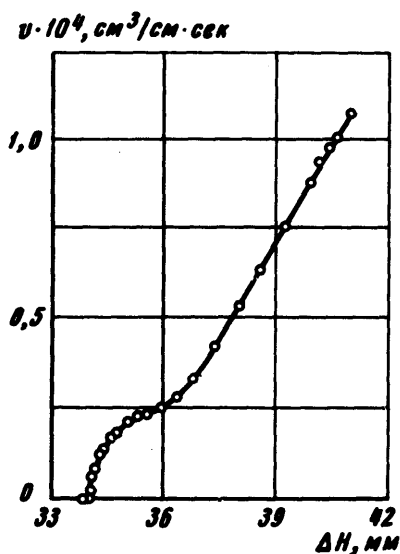


Рис. 2. Зависимость скорости ( $v$ ) наполнения плексигласовой ампулы по пленке HeII от разности уровней ( $\Delta H$ ) при  $T = 1,5^\circ\text{K}$

Когда ампула опускалась и внутренний уровень оказывался ниже внешнего, перенос менял знак. Однако, в случае обычных поверхностей натекание происходит практически при любых  $\Delta H$  и  $H$ , в случае же плексигласовых ампул, для которых вытекание описывается кривой 1 (рис. 1), перенос при больших значениях  $H$  не происходит вообще, и уровень мог долго занимать неизменное положение. Постепенное опускание ампулы приводило к тому, что, начиная со значения  $H$  в несколько миллиметров, натекание начиналось. Однако и теперь натекание не продолжалось до полного совпадения уровней, как это обычно наблюдается, а внезапно прекращалось при значениях  $\Delta H$ , далеко не равных нулю (рис. 2).

<sup>1)</sup> Возможно, этим объясняется тот факт, что ранее при изучении температурной зависимости скорости переноса по плексигласу [3] указанные явления не были обнаружены.

Специально поставленные опыты одновременно с двумя ампулами, одна из которых была стеклянной, а другая плексигласовой, показали, что указанные явления обнаруживаются для плексигласовой ампулы и не имеют места для стеклянной. Этим самым снимались возможные подозрения на наличие неравновесных условий при проведении опытов. В HeI, вблизи  $\lambda$ -точки, обе ампулы вели себя совершенно идентично — ни в одной, ни в другой не обнаруживалось изменения положения уровня жидкости со временем.

Таким образом, как вытекание, так и натекание, при использовании плексигласовых ампул, имеют особенности, не наблюдающиеся в случае обычных материалов.

Не исключено, что указанные явления связаны с электрическим состоянием плексигласа, который, как известно, легко электризуется. При изготовлении и охлаждении ампулы возможна электризация ее поверхности, и тогда движение пленки HeII происходит в сравнительно сильном электрическом поле. В таких условиях пленка HeII подвергается действию значительных сил, что может существенно изменить характер явления переноса. Более аргументированное суждение о природе описанных явлений можно будет, вероятно, сделать после постановки новых опытов с использованием в качестве материала для изготовления ампулы сегнетозлектрика, и электрического поля, направлением и величиной которого можно будет управлять.

Стоит отметить, что возможность регулирования процесса переноса по пленке может представить значительный интерес в технике получения сверхнизких температур.

В заключение пользуемся случаем поблагодарить Б.Г.Лазарева и А.И.Шальникова за плодотворные дискуссии.

Физико-технический институт  
низких температур  
Академии наук Украинской ССР

Поступила в редакцию  
17 апреля 1972 г.

### Литература

- [ 1 ] Дж. Г. Доунт, Р.С.Смит. УФН, 56, 350, 1955; 57, 93, 1955.
- [ 2 ] Б.Н.Есельсон, Б.Г.Лазарев, ЖЭТФ, 23, 552, 1952.
- [ 3 ] B. S. Chandrasekhar. Phys. Rev., 86, 414, 1952.