

И.Я. Померанчук, [К теории жидкого  \$^3\text{He}\$](#) , ЖЭТФ 20, 919 (1950)

В 1950 г. Исаак Яковлевич Померанчук предложил метод охлаждения сжатием с использованием  $^3\text{He}$ . Померанчук предположил, что при достижении в  $^3\text{He}$  низких температур основные явления должны определяться не фононными степенями свободы, а спиновыми и жидкий  $^3\text{He}$  должен подчиняться статистике Ферми – Дирака. Тогда его энтропия должна быть пропорциональна температуре  $T$ . Если положить, что при сжатии изотоп гелия способен кристаллизоваться, то его энтропия должна совпадать с энтропией системы слабо взаимодействующих ядер со спином  $1/2$ . Если температура не достаточно низка (превышает температуру спонтанного упорядочения спинов ядер), то энтропия твёрдого  $^3\text{He}$  должна быть постоянной  $R\ln(2)$  и не зависеть от температуры. Такое предположение достаточно контринтуитивно с точки зрения классической термодинамики: в твёрдом теле беспорядок больший, чем в жидкой фазе. Однако из этого предположения следует достаточно интересное следствие. Согласно уравнению Клапейрона-Клаузиуса, наклон кривой плавления ( $dP/dT$ ) определяется отношением изменения энтропии ( $\Delta S$ ) к изменению объёма ( $\Delta V$ ) при плавлении. Обычно при плавлении энтропия возрастает ( $\Delta S > 0$ ), и кривая плавления имеет положительный наклон. Но в случае  $^3\text{He}$  ниже температуры  $\sim 0.3$  К энтропия при плавлении уменьшается ( $\Delta S < 0$ ). Это означает, что кривая плавления должна иметь отрицательный наклон. Следовательно, при адиабатическом сжатии смеси твёрдого и жидкого  $^3\text{He}$  вдоль кривой плавления, образование твёрдой фазы будет сопровождаться поглощением тепла и резким падением температуры. На этом эффекте, получившем в дальнейшем название по имени автора статьи, основан принцип охлаждения сжатием [1].

Принцип охлаждения Померанчука был использован в большом количестве пионерских работ в виде ячейки Померанчука. При помощи этой ячейки в 1972 г. Д. Ли, Р. Ричардсоном и Д. Ошеровым в Корнеллском университете экспериментально было открыто явление сверхтекучести гелия 3. За это открытие они были удостоены Нобелевской премии по физике в 1996 году. Померанчук правильно указал, что его эффект будет работать только до тех пор, пока ядерные спины в твёрдом  $^3\text{He}$  остаются разупорядоченными. Он предположил, что температура их упорядочения лежит ниже 1 мК. Впоследствии группа Роберта Ричардсона (включая У. Халперина) в 1974 году впервые наблюдала ядерное магнитное упорядочение в твёрдом  $^3\text{He}$ .

[1] Ричардсон Р. К. "Эффект Померанчука" УФН 167 1340 (1997)