

ПОРОГОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННО-ДЫРОЧНЫЕ КАПЛИ – СВЕРХТЕКУЧИЙ ГЕЛИЙ

Т. М. Брагина, Ю. С. Леликов, Ю. Г. Шретер

Исследуя свойства электронно-дырочных капель (ЭДК) в кристалле германия в зависимости от интенсивности оптической накачки удалось установить связь порогового появления плазмы с кипением гелия у поверхности кристалла.

В настоящей работе изучалась система ЭДК при температурах $T < T_{\lambda} = 2,17\text{К}$ в широком диапазоне оптических накачек. Проводились исследования шумов электропроводности и поглощения микроволнового излучения с длиной волны $\lambda = 2\text{ мм}$ в кристаллах германия. При этом особое внимание уделялось влиянию охлаждающей жидкости, сверхтекучего гелия – HeII, на систему ЭДК. С этой целью измерялся перегрев образца германия относительно гелиевой ванны и контролировалась интенсивность возбуждающего света, рассеянного поверхностью кристалла.

Схема опыта представлена на рис. 1. Исследуемый образец германия 1 с контактами 2 имел размеры $4 \times 5 \times 0,3\text{ мм}^3$ и содержал остаточные примеси в концентрации $N \leq 10^{12}\text{ см}^{-3}$. В центре неосвещаемой поверхности кристалла впаивалась миниатюрная дифференциальная термопара Ag – Au 3 с чувствительностью 12 мкВ/град. Микроволновое излучение от лампы обратной волны направлялось на образец по световоду 4. В качестве приемника микроволн использовался кристалл из *n*-InSb 5. ЭДК создавались при стационарном облучении образца светом неодимового лазера ЛТ-2 с максимальной мощностью 10 Вт. Рассеянный поверхностью образца свет детектировался быстродействующим германиевым фотодиодом 6. Переменные составляющие сигналов электропроводности, микроволнового поглощения и рассеянного света после усиления на частоте 2 кГц в полосе частот 90 гц и детек-

тирования подавались на Y — вход двухкоординатного самописца. На X — координату самописца подавался сигнал, пропорциональный интенсивности возбуждающего света.

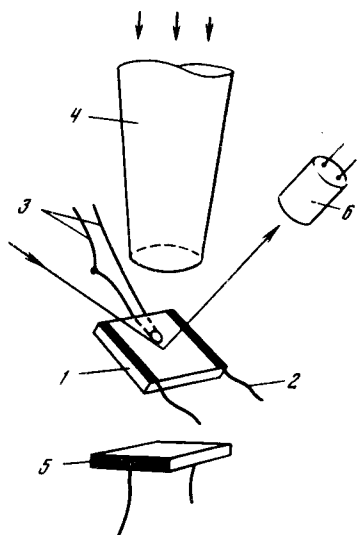


Рис. 1. Схема опыта

Экспериментальные результаты приведены на рис. 2. Из рисунка, кривая a , видно, что при плотности оптического возбуждения ~ 6 Вт/см² наблюдается резкое повышение температуры образца относительно гелиевой ванны до 10К. Это хорошо известное явление пленочного кипения гелия [1], которое приводит к отрыву гелия от поверхности кристалла и образованию газовой "рубашки" вокруг него. Однако задолго до начала пленочного кипения, при плотностях накачки $\sim 1,2$ Вт/см² обнаруживаются флуктуации температуры кристалла. Измерить величину флуктуаций температуры нам не удалось из-за тепловой инерционности термодпары. Важно отметить, что при этом одновременно наблюдаются рассеяние возбуждающего света от освещенной поверхности кристалла (кривая b) и пороговое возникновение шумов в электропроводности (кривая g) и в поглощении микроволнового излучения (кривая i), которые указывают на появление в кристалле электронно-дырочной плазмы.

По нашему мнению, наблюдаемые явления связаны с началом образования газовых пузырьков гелия у поверхности кристалла.

При сканировании лазерным лучом мощностью ~ 20 мВт и диаметром ~ 1 мм по поверхности образца, удалось установить, что пузырьки образовывались на микротрещинах и царапинах, которые практически всегда существовали на поверхности после механической полировки и последующего травления образца в перекисном травителе. Не исключено, что важную роль в образовании газовых пузырьков играют и дефекты структуры вблизи поверхности образца. Однако это предположение требует дальнейшего изучения.

Нами были проведены дополнительные опыты по регистрации ЭДК p - n переходе по методике, описанной в работе [2]. Они показали, что одновременно с появлением плазмы начинается разлет капель из области возбуждения. Аналогичное явление разлета ЭДК под действием

фононного "ветра" наблюдалось впервые в работах [3, 4], причем, в этих опытах возбуждаемая поверхность кристалла не имела непосредственного контакта с гелиевой ванной.

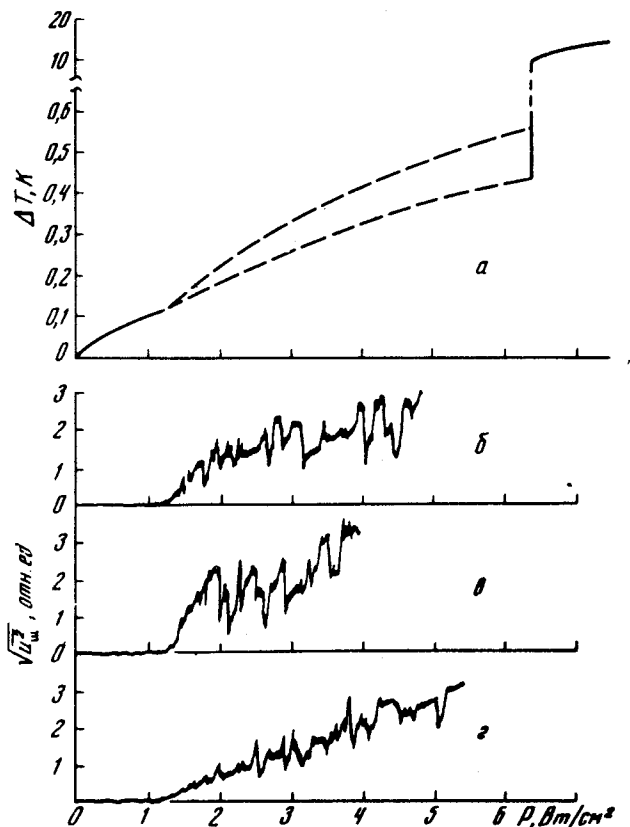


Рис. 2. Зависимости от интенсивности возбуждающего света: *a* – перегрева кристалла германия относительно гелиевой ванны, $T_B = 2,07\text{K}$, *б* – шумов интенсивности рассеянного света, *в* – шумов электропроводности, $E = 1\text{ В/см}$, *г* – шумов в поглощении микроволнового излучения с $\lambda = 2\text{ мм}$. Глубина погружения образца в гелиевую ванну 15 см

Таким образом, экспериментальные факты позволяют высказать предположение, что основной причиной порогового явления отмеченных выше особенностей в явлениях фотопроводности, СВЧ-поглощения и фононного увлечения ЭДК является локальный перегрев поверхности образца из-за нарушения теплового контакта между кристаллом и жидким гелием.

Авторы выражают благодарность А.П.Смирнову за полезное обсуждение некоторых вопросов криогенной теплопередачи.

Поступила в редакцию
7 июня 1978 г.

После переработки
19 декабря 1978 г.

Литература

- [1] В.А. Григорьев, Ю.М. Павлов, Е.В. Аметистов. Кипение криогенных жидкостей. Изд. Энергия, 1977 г.
- [2] В.М. Аснин, А.А. Рогачев, Н.И. Саблина. ФТТ, 14, 399, 1972.
- [3] В.С. Багаев, Л.В. Келдыш, Н.Н. Сибельдин, В.А. Цветков. ЖЭТФ, 70, 702, 1976.
- [4] Т.А. Астемиров, В.С. Багаев, Л.И. Падучих, А.Г. Поярков. Письма в ЖЭТФ, 24, 225, 1976.
-