

## ИЗМЕРЕНИЕ ПОРОГОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПРОБОЯ ЖИДКОГО И ГАЗООБРАЗНОГО ГЕЛИЯ ЛАЗЕРНЫМ ЛУЧОМ

*И.И.Абрикосова, М.Б.Щербина-Самойлова*

Явление "лазерной искры" в нормально прозрачных для оптических частот средах описано во многих работах (см. обзор [1]). Ионизация газа при данных условиях происходит, если интенсивность излучения достигает определенной пороговой величины. Рядом авторов были описаны результаты измерений пороговых параметров для пробоя газов при различных давлениях [2,3].

Для данного газа пороговая интенсивность излучения определяется его плотностью и не должна, по-видимому, зависеть от температуры (по крайней мере от гелиевой до комнатной). Это позволяет при исследовании пробоя работать с плотным газом при низких температурах, вместо того, чтобы уплотнять среду, повышая ее давление при комнатной температуре.

В настоящей работе проведены измерения пороговой мощности излучения для пробоя гелия при низких температурах.

Из всего, что известно к настоящему моменту о явлении оптического пробоя, следует, что при измерении пороговых параметров не существует, в жидкой или газообразной фазе находится гелий. Поэтому мы измеряли также порог для пробоя жидкого гелия и строили зависимость пороговых полей от плотности, не делая разделения между жидким и газообразным состоянием. Этот метод позволяет изучать пробой гелия при больших плотностях, не прибегая к камерам высокого давления.

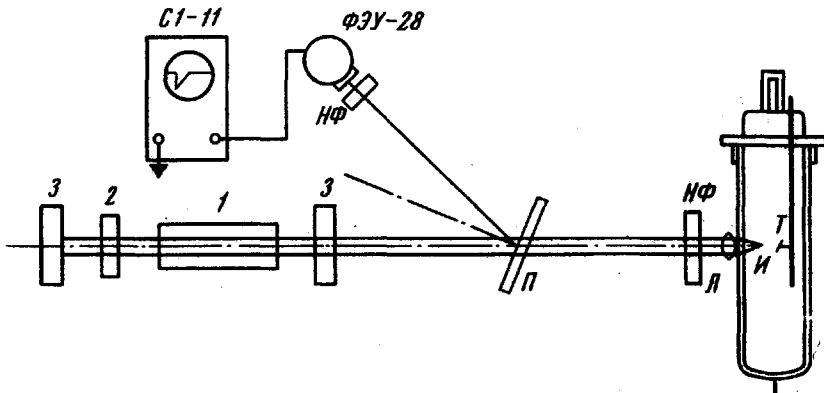


Рис.1. Схема установки: 1 – кристалл рубина, 2 – просветляющийся фильтр, 3 – выносные зеркала, НФ – нейтральные фильтры, И – искра, Т – угольный термометр, П – отклоняющая пластина, Л – линза

Можно перекрыть широкий диапазон плотностей (вплоть до плотностей, соответствующих давлению гелия при комнатной температуре  $\sim 10^3$  атм), работая с обычными стеклянными дьюарами при давлении гелия 1–2 атм.

Регистрация пробоя производилась по появлению искры в фокусе линзы, который находился в жидком гелии или над жидким гелием, где, в зависимости от высоты над уровнем жидкости, газ имеет ту или иную плотность. Искра наблюдалась визуально или фотографировалась через окно в капке дьюара. Пороговое значение мощности соответствовало появлению яркой белой точки в фокусе линзы, а не вытянутого пятна, как это имеет место при надпороговых мощностях.

Схема установки показана на рис.1. Рубиновый стержень и лампа ИФП-1200 помещались в фокусах эллиптического отражателя. Добротность модулировалась с помощью раствора фталоцианина ванадия в нитробензоле. Энергия импульса, измеренная вакуумным калориметром, в типичном случае составляла 0,2 дж, длительность – 20 нсек, пиковая мощность – 10 Мвт. Радиус пятна фокусировки оценивался из измеренной расходимости луча и фокусного расстояния линзы (4,5 см) и составлял  $1,6 \cdot 10^{-2}$  см. Лазерный импульс ослаблялся с помощью набора откалиброванных абсорбционных нейтральных фильтров.

Сначала луч лазера фокусировался в дьюаре с жидким гелием при температуре  $4,2^{\circ}\text{K}$ . Так измерялась пороговая мощность для плотности гелия  $0,125 \text{ г/см}^3$ . В процессе опыта гелий испарялся, и фокус линзы попадал в газообразный гелий, плотность которого падала с высотой над уровнем жидкости, так как вдоль дьюара имеет место плавное изменение температуры от  $4,2^{\circ}\text{K}$  (около поверхности жидкости) до  $300^{\circ}\text{K}$  (около крышки дьюара). Давление в дьюаре оставалось всегда равным атмосферному.

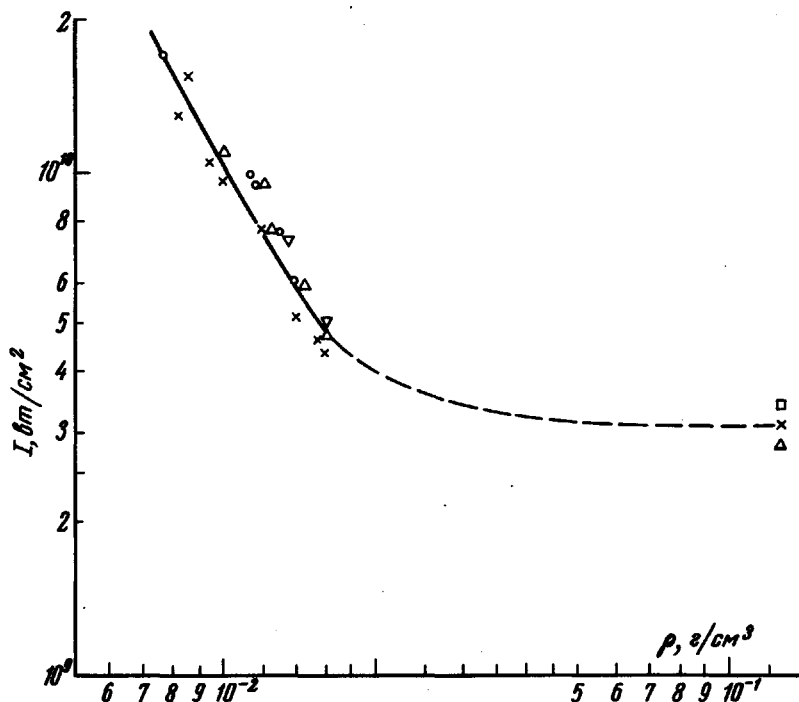


Рис.2

Вблизи фокуса линзы в дьюаре был укреплен миниатюрный угольный термометр. Измерение температуры проводилось компенсационным методом. Плотность гелия рассчитывалась по уравнению с вириальными коэффициентами [4].

Зависимость порогового потока световой энергии  $J$  от плотности гелия  $\rho$  представлена на рис.2 (разные значки на графике – результаты нескольких опытов).

Пробой газообразного гелия при низких температурах наблюдался примерно при тех же напряженностях электрического поля в световой волне, что и в работе [2] при комнатной температуре.

Пороги для пробоя, приведенные в работе [5], примерно в два раза ниже значений, полученных нами для газообразного гелия, и для жидкого гелия при сравнении с пороговыми полями для давления  $10^3 \text{ атм}$ . Такое расхождение объясняется вероятно неточностью измерения площади фокусного пятна.

Пунктир на графике соответствует неисследованному участку плотностей. Повышение давления гелия в дьюаре (до  $2 - 2,5 \text{ атм}$ ) позволит

получить здесь данные о пробое и понять, с чем связано то, что точка на правой части рисунка выпадает из графика зависимости  $J(\rho)$ , изображенной слева.

В заключение авторы благодарят Л.П.Питаевского за обсуждение работы, А.И.Шальникова за интерес к работе и Б.В.Аншукова за помощь при измерениях.

Физический факультет  
Московского  
государственного университета  
им. М.В.Ломоносова

Поступило в редакцию  
2 февраля 1968 г.

### Литература

- [1] Ю.П.Райзер. УФН, 87, 29, 1965.
- [2] R.G.Meyerand, A.F.Naught. Phys. Rev. Lett., 11, 401, 1963.
- [3] R.W.Mink. J.Appl. Phys., 35, 252, 1964.
- [4] В.Х.Кеезом. Гелий, М., 1949.
- [5] D.H. Gill, A.A.Dougal. Phys. Rev. Lett., 15, 845, 1965.