

03;04;07;12

©1995

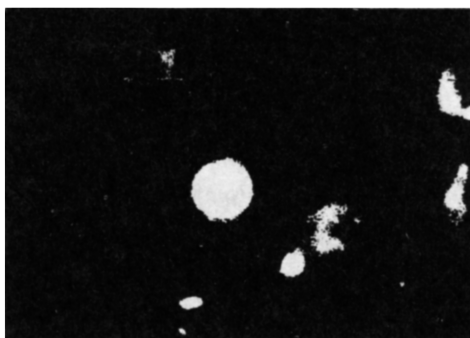
ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕЯЩИХСЯ ОБЛАСТЕЙ В ЖИДКОМ АЗОТЕ

Д.Л.Курко, А.С.Савелов, В.А.Кадетов

Слабое свечение сжиженных газов (кислорода, азота, водорода) и более интенсивное свечение некоторых органических и неорганических веществ, помещенных в данные жидкости, под действием электрических разрядов было обнаружено Джеймсом Дьюаром [1-3]. Качественное исследование шарообразных светящихся областей (СО), по интенсивности превышающих объемное свечение жидкого азота ($T = 77.4 \text{ K}$), было проведено в работах [4,5] при воздействии излучения дугового и капиллярного разрядов. В данной работе представлены количественные измерения характеристик СО при использовании тех же типов разрядов.

Дуговой разряд образовывался при токе 80-100 А, падении напряжения на дуге 20-30 В и частоте тока 50 Гц. Время включения разряда 1-3 с. Энергия, вкладываемая в капиллярный разряд [6], составляла величину 60-140 Дж при токе в максимуме 100-150 А и длительности разряда ≈ 6 мс. Расстояние от поверхности жидкого азота до разряда составляло величину 1-5 см. Эксперименты осуществлялись в затемненном помещении. Сосуды для жидкого азота изготавливались из двух слоев алюминиевой фольги (толщина ≈ 0.05 мм) и имели форму прямоугольного параллелепипеда объемом $(0.25-10) \cdot 10^3 \text{ см}^3$. Жидкий азот в сосудах находился в кипении.

В первые моменты времени, 0.5-1.5 с после вспышки разряда, преобладает свечение всего объема жидкого азота, которое затем быстро ослабевает. В течение последующих 15-30 с более интенсивным является свечение шарообразных СО. Качественное наблюдение образования СО в зависимости от различных условий проводилось визуально, а также фиксировалось с помощью фотоаппарата "Зенит-ЕМ" (фотопленка РФ-3) (рис. 1). С помощью данных наблюдений были определены следующие параметры СО. Диаметры СО составляют 0.5-10 мм. В сосудах объемом $(0.25-1.5) \cdot 10^3 \text{ см}^3$ преимущественные размеры СО 1-3 мм. Цвет свечения СО синий, голубой, реже светло-желтый. Часть СО неподвижно располагается на дне сосуда, другие СО передвигаются по объему с жидким азотом со скоростью 0.5-5 см/с. Более редким событием является обра-



5 мм



Рис. 1. Фотография шарообразных светящихся областей в жидком азоте (время экспозиции $\Delta t \approx 30$ с).

зование СО неправильной, эллиптической, цилиндрической форм. Размеры СО при перемещении по объему могут изменяться. Пузырьки газа и потоки жидкости, возникающие при кипении жидкого азота, оказывают влияние на перемещение СО. В отсутствие кипения (при охлаждении сосуда) СО располагаются неподвижно на дне сосуда. Влияния постоянных магнитного (индукция 10–500 Гс) и электрического (напряженность $1-5 \cdot 10^3$ В/мм) полей на перемещение СО замечено не было. Передвижение СО в объеме с жидким азотом можно осуществлять и с помощью, например, пинцета. При этом исчезновения СО не происходит, что указывает на устойчивость и автономность данных образований. В жидком аргоне ($T = 87.5$ К) были зарегистрированы шарообразные СО с параметрами, близкими к СО в жидком азоте.

Для определения спектрального диапазона излучения разрядов, оказывающего влияние на возбуждение свечения в жидком азоте, использовались различные светофильтры. Было установлено, что спектр возбуждения лежит в диапазоне 300–350 нм [5].

Исследование спектрального состава объемного свечения жидкого азота было проведено с помощью монохроматора МУМ и фотоэлектронного умножителя ФЭУ-30. Для возбуждения свечения использовался капиллярный разряд (энергия конденсаторной батареи ≈ 100 Дж). Объем жидкого азота в сосуде составлял $\approx 3 \cdot 10^2$ см³. Распределение интенсивности свечения имеет непрерывный спектр с максимумом на длине волны $\lambda \approx 430$ нм (рис. 2, а). Зависимость

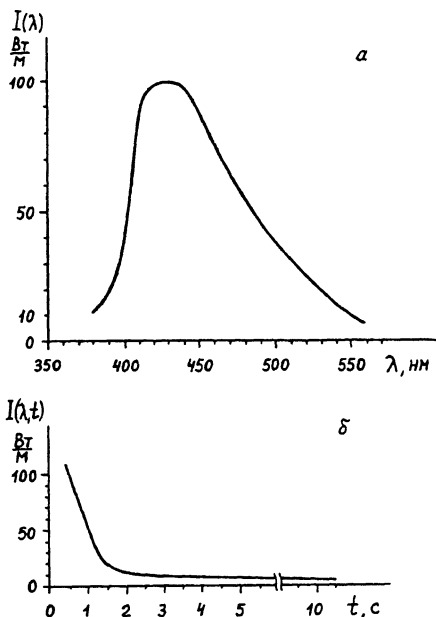


Рис. 2. Интенсивность свечения жидкого азота: а — распределение интенсивности через $\Delta t = 0.5$ с после окончания разряда (спектральное разрешение $\Delta\lambda = 3$ нм, $\Delta I = \pm 5$ Вт/м); б — временная зависимость интенсивности на длине волны $\lambda = 430.0 \pm 1.5$ нм ($\Delta I = \pm 2$ Вт/м).

интенсивности свечения от времени ($\lambda = 430.0 \pm 1.5$ нм) содержит диапазоны быстрого ($\Delta t_1 \approx 2$ с) и последующего медленного ($\Delta t_2 \approx 8$ с) уменьшения (рис. 2, б). Изучение спектрального состава свечения СО является более сложной задачей из-за перемещения СО по объему жидкого азота. Данные исследования проводятся в настоящее время.

Наблюдалось свечение некоторых органических и неорганических веществ, например образцов объемом $10^{-3} - 0.25 \cdot 10^3$ см³ из пенополиуретана (поролон), полихлорвинила, водяного льда и других, помещенных в объем жидкого азота во время рассмотренных ранее экспериментов. Цвета свечения веществ: синий, голубой, желтый. Длительность свечения — до 40 с. Интенсивность значительно превосходит свечение шарообразных СО. В присутствии указанных веществ в сосуде с жидким азотом количество СО заметно уменьшается. Свечение образцов данных веществ имеет четкие очертания даже для размеров 0.1–1 мм.

Изучение механизма возникновения и поддержания свечения в жидком азоте представляет интерес для исследова-

ния свойств вещества при низких температурах и люминесценции жидкостей и твердых тел.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

Список литературы

- [1] *Dewar J.* // Proceedings of the Royal Institution of Great Britain. 1896. V. 14. P. 665-670.
- [2] *Dewar J.* // Proceedings of the Royal Society of London. 1901. V. A68. N 448. P. 360-366.
- [3] *Минков Г.* Замороженные свободные радикалы / Пер. с англ. М., 1962. 218 с.
- [4] *Кирко Д.Л., Самончев П.В., Мартынов А.А., Савелов А.С., Димитров С.К., Жданов С.К., Смирнов В.М., Коротаев К.Н.* // Препринт 021-92 МИФИ. М., 1992. 16 с.
- [5] *Кирко Д.Л., Савелов А.С., Кадетов В.А.* // Тез. докл. III Межгосударств. симпозиума по радиационной плазмодинамике. М., 1994. С. 94-95.
- [6] *Авраменко Р.Ф., Баттин Б.И., Николаева В.И., Поскачеева Л.П., Широков Н.Н.* // ЖТФ. 1990. Т. 60. В. 12. С. 57-64.

Московский
инженерно-физический
институт

Поступило в Редакцию
24 января 1995 г.