

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 533.6.011.72

А. П. РЯЗИН (СССР), БЕЛЬКАСЕМ ФЕРХАТ (АЛЖИР)

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМУЩЕНИЙ, РАСПРОСТРАНЯЮЩИХСЯ ПЕРЕД ФРОНТОМ СИЛЬНОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ В КСЕНОНЕ

Сильная ударная волна, распространяющаяся в газе, возмущает равновесное состояние перед фронтом. В литературе неоднократно указывалось, например, на свечение газа перед фронтом ударной волны [1]. В [2, 3] была зарегистрирована избыточная концентрация свободных электронов перед фронтом ударной волны, распространяющейся в аргоне при числах Маха  $M=8-11$  и в ксеноне при  $M=11$  соответственно. В [4] отмечалось уменьшение показателя преломления ксенона перед ударной волной с  $M=45$ . В [5-8] появление свободных электронов и свечение в предфронтальной области объясняется влиянием фотовозбуждения, фотоионизацией и ассоциативной ионизацией. Целью настоящей работы является интерферометрическое исследование состояния газа перед фронтом ударной волны в ксеноне в области чисел Маха, предшествующих активным фотопроцессам, за счет опережающего излучения.

Ударная волна формировалась в ударной трубе, описанной в [9], в которой канал низкого давления круглого сечения был заменен квадратным со стороной 27 мм. Оптическая схема регистрации интерферограмм приведена на рис. 1. Использовался интерферометр Маха-Цендера, позволяющий локализовать систему интерференционных полос между защитными пластинами измеритель-

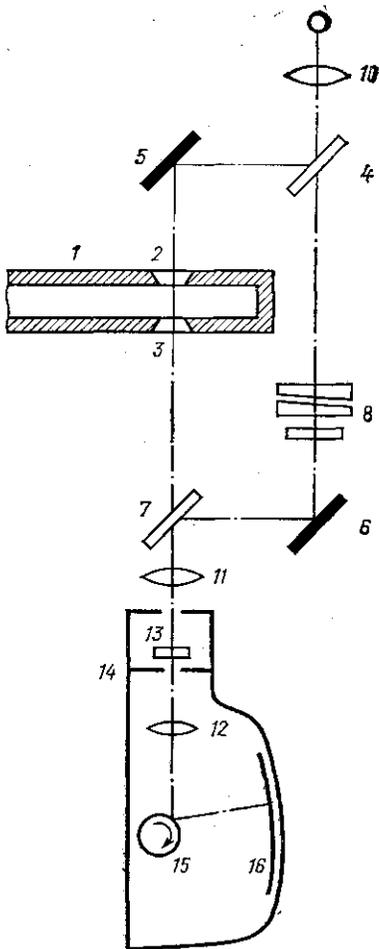


Рис. 1. Оптическая схема регистрации интерферограмм. 1 — измерительная секция ударной трубы, 2 и 3 — защитные пластины, 4-7 — пластины и зеркала интерферометра, 8 — клиновидный компенсатор, 9 — импульсный источник света, 10-12 — объективы, 13 — интерференционный светофильтр, 14 — щель, 15 — двенадцатигранная призма фоторегистратора, 16 — фото-пленка

ной секции ударной трубы. Элементы оптической схемы устанавливались таким образом, чтобы интерференционные полосы проецировались на щель фоторегистратора и далее на фотопленку. В опытах регистрировался сдвиг интерференционных полос при прохождении газодинамических возмущений через определенное сечение, перпендикулярное направлению распространения ударной волны. Разрешающая способность регистрирующей системы по времени составляла  $10^{-7}$  с. Скорость ударной волны определялась с точностью  $\pm 3\%$ . Для снятия интерферограмм использовались интерференционные фильтры с длинами волн 690, 632,7, 584, 500 и 450 мкм. Камера низкого давления откачивалась до давления  $4 \cdot 10^{-2}$  мм рт. ст., а затем промывалась рабочим газом (Xe).

Состояние ксенона перед фронтом ударной волны исследовалось при начальных давлениях  $p_0$ , равных 10,25 и 34,5 мм рт. ст. в диапазоне чисел  $M=10-25$ . При этом температура за фронтом ударной волны составляла 9800—15000 К. Типичная интерферограмма приведена на рис. 2.

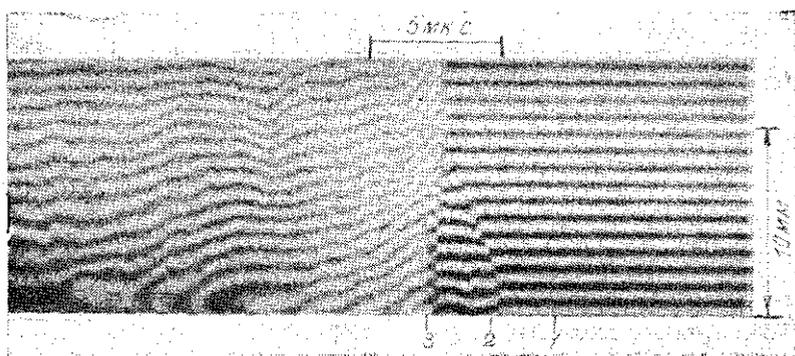


Рис. 2. Интерферограмма ударной волны в ксеноне.  $M=16$ ,  $p_0=25$  мм рт. ст.,  $\lambda=5840$  мкм, 1 — невозмущенный газ, 2 — граница возмущенной зоны, 3 — фронт ударной волны

Из анализа полученных интерферограмм следует.

Возмущение в предфронтальной зоне возникает в Xe начиная с  $M=12$ . Аналогичные возмущения в аргоне наблюдались в наших экспериментах при  $M \geq 15$ .

Возмущенная зона представляет собой неправильный треугольник со сторонами на ударном фронте и на стенке трубы. Суммарная площадь, охватываемая возмущением, и длина возмущенной зоны  $r$  вдоль стенки ударной трубы растут с ростом  $M$ . На рис. 3 приведена зависимость  $r$  от числа  $M$  при разных  $p_0$ . Геометрия возмущенной зоны существенно не зависит от материала стенки. При замене основания в квадратной секции из нержавеющей

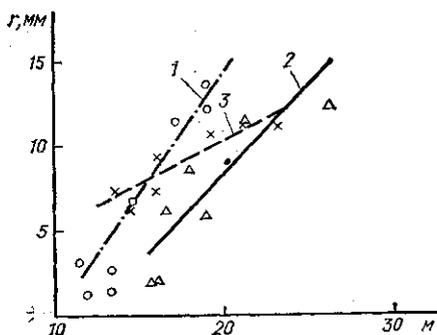


Рис. 3. Зависимость протяженности возмущенной зоны  $r$  от числа Маха при  $p_0$ : 1 — 34,5; 2 — 25 и 3 — 10 мм рт. ст.

щей стали на латунное или стеклянное интерферограммы практически не менялись.

Плотность газа в возмущенной зоне больше, чем в невозмущенной, причем при удалении от стенки плотность остается постоянной или несколько уменьшается.

Полученные результаты показывают, что в предфронтальной области в Хе при числах Маха  $M=10-25$ , предшествующих активному фотовозбуждению или фотоассоциации, наблюдаются газодинамические возмущения, природа которых, по-видимому, связана с характером устойчивости ударного разрыва у стенки.

В заключение авторы выражают благодарность А. И. Осипову за обсуждение полученных результатов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kantrowitz A. Sci. Amer., 1954, 191, N 3, 132.
2. Weymann H. D. Phys. Fluids, 1960, 3, 545.
3. Gloersen P. Phys. Fluids, 1960, 3, 857.
4. Зыков Л. М., Кириллов Г. А., Корнер С. Б. ЖЭТФ, 1974, 67, вып. 3, 902.
5. Зельдович Я. Б., Райзер Ю. П. Успехи физ. наук, 1957, 53, 619.
6. Биберман Л. М., Вексленко Б. А. ЖЭТФ, 1959, 37, № 1, 164.
7. Доббинс Р. А. Ракетная техника и космонавтика, 1970, 8, № 3, 34.
8. Булышев А. Е., Преображенский Н. Г., Суворов А. Е. ЖТФ, 1977, 47, вып. 9.
9. Коньков А. А., Рязин А. П., Соколов А. И. Теплофизика высоких температур, 1974, 12, 806.

Поступила в редакцию  
21.12.78

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1980, Т. 21, № 2

УДК 537.226;537.311.322

Ю. П. ДРОЖЖОВ

### ЭЛЕКТРОН-ФОНОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ОКРЕСТНОСТИ ОСОБОЙ ТОЧКИ ВАН-ХОВА (II)

§ 1. Массовый оператор электронов. В работе [1] было получено уравнение для массового оператора электронов, взаимодействующих с акустическими фононами в окрестности особой точки Ван-Хова

$$M(p_0) = g^2 \left( 1 - \frac{\partial M}{\partial p_0} \right) \times \\ \times \left\{ \int_{|q| < \frac{Q}{ms}} d^3q \left[ \frac{1}{p_0 - \varepsilon(p-q) - 2|q| - M(p_0 - 2|q|) + i\eta} \right] + \{s \rightarrow -s\} \right\}. \quad (1)$$

Здесь  $M(p_0)$  есть вклад особой точки в полный массовый оператор,  $\eta$  — мнимая часть массового оператора, обусловленного вкладом далеких областей зоны Бриллюэна,  $g^2 \equiv \frac{g_0^2}{(2\pi)^2} \frac{mT}{s^2}$ , где  $g_0$  — за-