

СВЕЧЕНИЕ МЕДЛЕННЫХ ЧАСТИЦ НЕОНА, ВОЗНИКАЮЩЕЕ ПРИ БОМБАРДИРОВКЕ УГЛЕРОДНОЙ ПЛЕНКИ ПУЧКОМ БЫСТРЫХ ИОНОВ НЕОНА

*В. В. Грицына, Т. С. Киян, Я. М. Фогель, А. Г. Коваль
и Ю. А. Климовский*

Исследование свечения медленных частиц неона, возникающего при бомбардировке углеродной пленки ионами Ne^+ , показывает, что это свечение возникло при благоприятных условиях при бомбардировке твердых мишеней не только ионами Ne^+ , но и ионами других элементов.

В наших работах [1, 2] было обнаружено свечение медленных атомов и молекул гелия, возникающее при длительной бомбардировке твердых мишеней (Ni, Pd, Pt, Ta, C) пучком ионов He^+ с энергией 20 кэВ. Было показано, что это свечение появляется только в том случае, когда в результате диссоциации адсорбированных на поверхности мишени молекул углеводородов образуется углеродная пленка.

Возможность возникновения свечения, обусловленного излучением возбужденных частиц, выходящих по мишени обратно, связана с наличием на поверхности мишени углеродной пленки. Эта пленка обладает тем свойством, что вероятность передачи возбуждения от отлетающей частицы к ее поверхности оказывается достаточно малой. Если на поверхности пленки процесс рекомбинации атомарных частиц с образованием молекул в возбужденном состоянии имеет достаточно большую вероятность, то вблизи такой пленки возникает свечение медленных как атомарных, так и молекулярных частиц.

Представляло интерес провести опыты по обнаружению свечения медленных частиц, выбитых из углеродной пленки, при работе с другими, чем в работах [1, 2], ионами (N^+ , Ar^+ , Ne^+).

Во всех нижеописанных экспериментах плотность тока была ~ 30 мкА/см² и энергия ионов ~ 20 кэВ.¹

При работе с пучком ионов N^+ на поверхности мишени образовывалась углеродная пленка, но свечение медленных частиц азота не было зарегистрировано.

Этот результат связан, вероятно, с тем, что в видимой области спектра нет достаточно интенсивных эмиссий атомарного азота, а процесс рекомбинации с образованием возбужденной молекулы азота на поверхности углеродной пленки имеет малую вероятность.

При работе с пучком ионов Ar^+ не удалось получить углеродную пленку достаточной толщины (коэффициент катодного распыления для аргона больше, чем для He^+ и N^+) и ввиду этого свечение медленных частиц аргона также не наблюдалось.

При бомбардировке медной поликристаллической мишени пучком ионов Ne^+ , через время порядка 2—4 час., на поверхности мишени создается довольно толстая ($d \leq 0.1$ мм) углеродная пленка и появляется

¹ В некоторых опытах парциальное давление углеводородов в области мишени было увеличено за счет дополнительного напуска паров масла ВМ-1 в камеру мишени.

свечение, плотно прилегающее к поверхности мишени.² Спектр этого свечения (см. рисунок) состоит из ряда наиболее интенсивных (по данным газового разряда) линий спектра Ne I и нескольких полос, расположенных в области длин волн 5200—7500 Å. Очень малая протяженность свечения указывает на то, что возбужденные частицы имеют сравнительно малые скорости.

Свечение медленных частиц неона наблюдалось и в том случае, если предварительно углеродная пленка создавалась пучком ионов гелия.

При дальнейшей замене гелиевого пучка на неоновый в течении первых 10—15 мин. облучения еще наблюдалось свечение гелия, которое ослабевало и заменялось свечением медленных частиц Ne.

При бомбардировке углеродной пленки, насыщенной частицами неона, ионами Ne⁺, свечение медленных частиц неона сохранялось в течении 1—1,5 час.

Как выяснилось в экспериментах с бомбардировкой ионами Ne⁺ кристалла NaCl образование углеродной пленки с такими свойствами оказывается возможным и на диэлектрической подложке.

При облучении ионами Ne⁺ механически обработанной поверхности монокристалла NaCl образуется углеродная пленка, вблизи которой наблюдается свечение, в спектре которого содержатся как атомарная эмиссия Ne I, так и ряд полос (те же самых, что и в случае медленной мишени).

На основании данных, полученных при бомбардировке углеродной пленки ионами Ne⁺, можно предположить, что эти

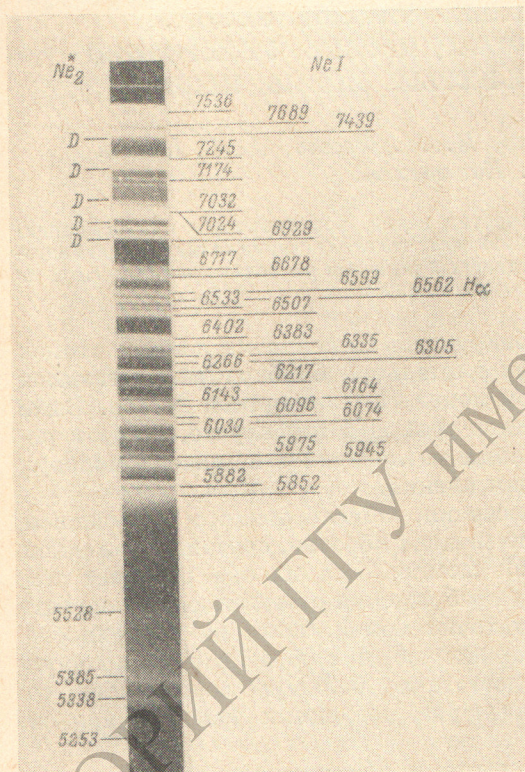
Спектр свечения, возникающего при бомбардировке углеродной пленки ионами Ne⁺ с энергией 20 кэВ. Сила тока 10 мкА.

полосы принадлежат спектру молекулы Ne₂^{*}. Это заключение в определенной мере подтверждается анализом, имеющихся в литературе сведений о молекулярном спектре неона, полученном в газовом разряде.

В работе [4] в области длин волн 6800—7500 Å наблюдались пять полос, которые автор считает принадлежащими спектру молекулы Ne₂^{*} (на рисунке эти полосы отмечены стрелкой с буквой D). Помимо них в нашем свечении наблюдается еще ряд полос, которые тоже, по-видимому, принадлежат спектру Ne₂^{*}.

В работе [5] в спектре излучения конденсированного газового разряда в неоне в области вакуумного ультрафиолета наблюдался сплошной спектр молекулы неона. Наличие нескольких максимумов интенсивности

² В начальный период облучения в спектре свечения присутствуют эмиссии быстрых атомов Ne, образовавшихся в результате нейтрализации ионов Ne⁺, при отражении от поверхности мишени. Значительная протяженность ореола (~1 см) свидетельствует о большой скорости отлетающих частиц. Аналогичное свечение быстрых атомов H и He наблюдалось в работах [1, 3].



в сплошном спектре неона указывает на наличие нескольких верхних электронных состояний у возбужденной молекулы неона. Переходы из верхних состояний на основное нестабильное, дают несколько накладывающихся сплошных спектров в районе вакуумного ультрафиолета, а переходы между верхними возбужденными состояниями могут дать полосатый спектр в видимой и ближней красной области спектра.

Кроме того, в работе [5] было показано, что сплошные спектры гелия и неона в области вакуумного ультрафиолета наблюдаются при довольно близких характеристиках газового разряда.

Следовательно, в наших опытах тождественность условий, необходимых для возникновения спектра молекулярного гелия и ряда новых полос, наблюдаемых при работе с неонам, позволяет допустить, что эти полосы принадлежат возбужденной молекуле неона.

Для точного выяснения природы полученного полосатого спектра была сделана попытка разрешения вращательной структуры полосы, находящейся в области длин волн 5250—5500 Å.

Условия съемки следующие: использовался спектрограф ИСП-51 с камерой $F=120$ мм; пленка РФ-3 с чувствительностью 700 ед. ГОСТ'а, ширина входной щели 0.05 мм, время экспозиции 100 час.

Однако разрешить вращательную структуру этой полосы нам не удалось. Это связано, возможно, с недостаточной разрешающей способностью нашей аппаратуры. Кроме того, некоторые из полос могут быть диффузными, если междудерные расстояния, соответствующие положению минимума на кривой потенциальной энергии молекулы неона, сильно различаются для различных электронных состояний.

Литература

- [1] В. В. Грицына, Т. С. Киян, А. Г. Коваль, Я. М. Фогель. ЖЭТФ, Письма в Редакцию, 9, 212, 1969.
- [2] В. В. Грицына, Т. С. Киян, А. Г. Коваль, Я. М. Фогель. ЖЭТФ, 58, № 5, 1970.
- [3] V. V. Gritsyna, T. S. Kijan, A. G. Koval', Ja. M. Fogel'. Phys. Lett., 27A, 292, 1968.
- [4] D. J. Dhaval. Nature, 125, 276, 1930.
- [5] Y. Tanaka, A. S. Jursa, F. J. LeBlanc. J. Opt. Soc. Am., 48, 304, 1958.

Поступило в Редакцию 29 апреля 1970 г.