

О ПОЛОСАТОМ СПЕКТРЕ ИЗЛУЧЕНИЯ МОЛЕКУЛЫ Ar_2
В ОБЛАСТИ РЕЗОНАНСНОЙ ЛИНИИ АРГОНА $\lambda = 1048 \text{ \AA} ({}^1P_1 - {}^1S_0)$

*Э.Т.Верховцева, В.И.Ярёменко, Е.А.Катрунова
Я.М.Фогель*

В спектре излучения сверхзвуковой струи аргона, возбужденной электронным пучком, с длинноволновой стороны от резонансной линии $\lambda = 1048 \text{ \AA} ({}^1P_1 - {}^1S_0)$, впервые обнаружена неразрешенная система полос перехода ${}^1\Sigma_u^+(0_u^+) \rightarrow {}^1\Sigma_g^+(0_g^+)$ молекулы Ar_2 . Показано, что основной вклад в заселение состояния ${}^1\Sigma_u^+(0_u^+)$ вносят процессы взаимодействия электронов с двухатомными и полимерными молекулами аргона.

На основании теоретической работы Мэлликена [1] и экспериментальных исследований спектра поглощения молекулярного аргона в вакуумной ультрафиолетовой (ВУФ) области [2] потенциальная кривая возбужденного электронного состояния молекулы аргона ${}^1\Sigma_u^+(0_u^+)$ с пределом диссоциации ${}^1P_1 + {}^1S_0$ качественно выглядит так, как показано на рис. 1. Минимумам потенциальных кривых рассматриваемого ${}^1\Sigma_u^+(0_u^+)$ и основного ${}^1\Sigma_g^+(0_g^+)$ состояний соответствуют примерно одинаковые междядерные расстояния. Это означает, что согласно принципу Франка – Кондона система полос, возникающая при переходе ${}^1\Sigma_u^+(0_u^+) \rightarrow {}^1\Sigma_g^+(0_g^+)$, должна иметь значительную интенсивность и располагаться с длинноволновой стороны от резонансной линии аргона $\lambda = 1048 \text{ \AA}$ (переход ${}^1P_1 - {}^1S_0$).

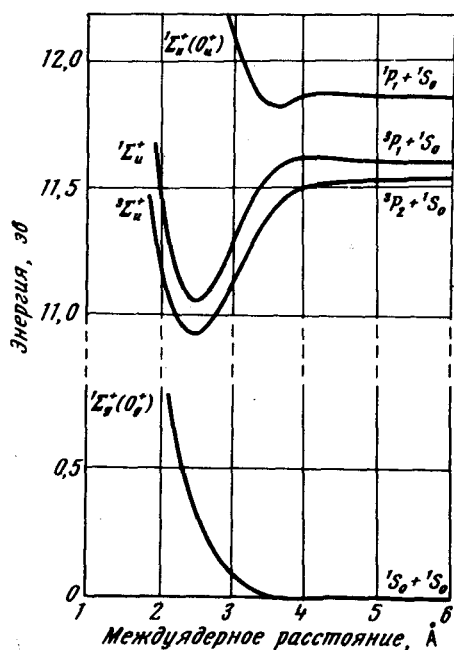


Рис. 1. Потенциальные кривые некоторых низших состояний молекулы Ar_2

Несмотря на указанные обстоятельства, рассматриваемая система полос в излучении газоразрядных источников ВУФ не наблюдалась. Авторы работы [2] зарегистрировали ее только в спектре поглощения молекулярного аргона. В связи с этим в настоящем сообщении был произведен поиск системы полос перехода ${}^1\Sigma_u^+(0_u^+) \rightarrow {}^1\Sigma_g^+(0_g^+)$ в районе линии $\lambda = 1048 \text{ \AA}$ в излучении газоструйного источника ВУФ [3].

На рис. 2 приведены спектры возбужденной электронным пучком сверхзвуковой струи аргона в области $1040 - 1060 \text{ \AA}$ при различных температурах газа на входе в сопло T_0 ¹⁾. Как следует из рисунка в интервале температур $\Delta T_0 = 250 - 400 \text{ K}$ с длинноволновой стороны от линии

¹⁾ Детали экспериментальной техники содержатся в работах [3 - 5].

$\lambda = 1048 \text{ \AA}$ наблюдается эмиссия с максимумом интенсивности при $\lambda = 1052 \text{ \AA}$. Вне указанного интервала температур интенсивность рассматриваемой эмиссии становится малой, а при $T_0 > 450 \text{ K}$ эмиссия с $\lambda_{max} = 1052 \text{ \AA}$ в излучении отсутствует.

Согласно данным работы [4] в спектре поглощения молекулярного аргона в ВУФ области в системе полос, образующейся при переходах молекул между колебательными уровнями основного состояния ($^1\Sigma_g^+(0_g^+)$) и возбужденного $^1\Sigma_u^+(0_u^+)$ с пределом диссоциации $^1P_1 + ^1S_0$, наибольшую интенсивность имеет полоса с длиной волны края $\lambda = 1052 \text{ \AA}$. В связи с этим есть все основания полагать, что эмиссия с максимумом ин-

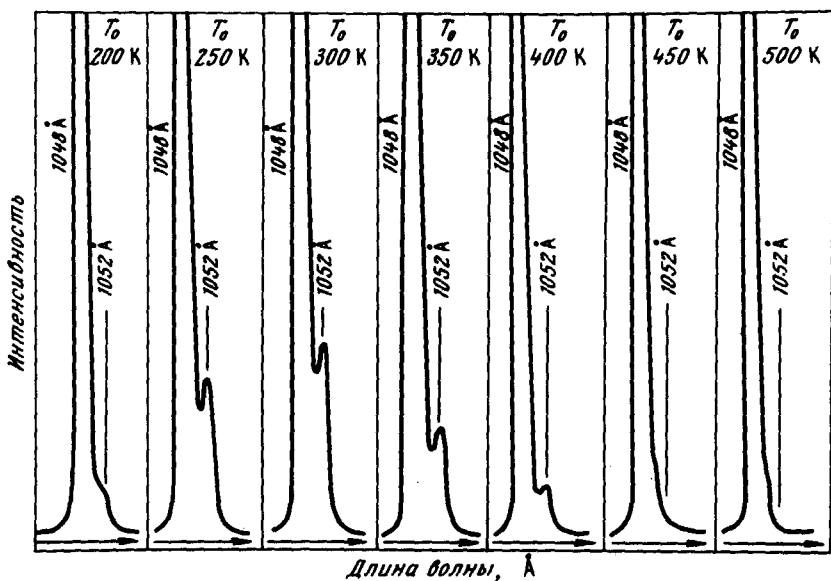
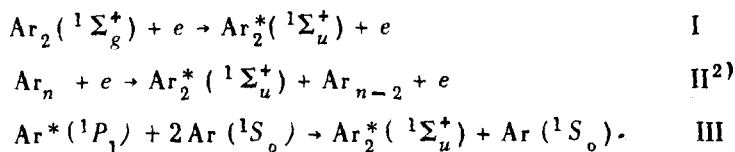


Рис. 2. Спектр излучения струи аргона в области $1040 - 1060 \text{ \AA}$ при различных температурах газа на входе в сопло T_0 . Энергия электронов $\approx 1 \text{ кэВ}$; плотность тока $\approx 0,3 \text{ а/см}^2$; давление газа на входе в сопло 1 атм ; концентрация частиц в месте возбуждения струи изменяется в пределах $(1 - 3) \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ в температурном интервале $\Delta T_0 = 500 - 200 \text{ K}$

тенсивности при $\lambda = 1052 \text{ \AA}$, наблюдающаяся в спектре излучения струи аргона, представляет собой неразрешенную систему полос перехода $^1\Sigma_u^+(0_u^+) \rightarrow ^1\Sigma_g^+(0_g^+)$ молекулы Ar_2 .

На основании результатов работы [5], в которой изучались изменения в спектре ВУФ излучения газоструйного источника, происходящие при изменении температуры и давления аргона на входе в сопло, можно высказать некоторые соображения относительно того, почему эмис-

сию системы полос перехода ${}^1\Sigma_u^+(0_u^+) \rightarrow {}^1\Sigma_g^+(0_g^+)$ можно наблюдать только в определенном интервале температур ΔT_0 . При прохождении пучка электронов через сверхзвуковую струю возбужденные молекулы Ar_2^* в состоянии ${}^1\Sigma_u^+(0_u^+)$ образуются в следующих элементарных процессах [5]:



Как было показано в работе [5] при $T_0 > 450$ К концентрация молекул Ar_2 и Ar_n в струе мала и образование возбужденных молекул осуществляется главным образом через процесс III. Однако, ввиду небольшого давления газа в струе ($P \approx$ нескольким десятым мм рт. ст.) процесс III будет играть незначительную роль в заселении электронного состояния ${}^1\Sigma_u^+(0_u^+)$. Именно этим фактом можно объяснить отсутствие эмиссии с $\lambda_{max} = 1052 \text{ \AA}$ в излучении струи аргона при $T_0 > 450$ К. При уменьшении T_0 от 450 до 300 К концентрация двухатомных и легких полимерных молекул в струе значительно увеличивается. При $T_0 < 300$ К количество указанных молекул уменьшается за счет их перехода в более сложные полимерные образования, из которых впоследствии образуются жидкие микрокапли аргона, отвердевающие в микрокристаллы при более низкой температуре [5 - 7]. Поскольку зависимости интенсивности излучения эмиссии с $\lambda_{max} = 1052 \text{ \AA}$ и концентрации двухатомных и легких полимерных молекул от температуры коррелируют, то появление в струе молекул Ar_2^* в состоянии ${}^1\Sigma_u^+(0_u^+)$ можно объяснить протеканием процессов I и II.

Отсутствие системы полос перехода ${}^1\Sigma_u^+(0_u^+) \rightarrow {}^1\Sigma_g^+(0_g^+)$ в спектрах излучения газообразных источников, по-видимому, связано с тем, что в них из-за большого давления газа ($P \approx$ несколько сот мм рт. ст.) имеет место сильное самопоглощение рассматриваемой эмиссии. Результаты настоящей работы показывают, что при исследовании некоторых эмиссий в спектрах излучения благородных газов целесообразно вместо газоразрядных источников использовать газоструйный источник света.

Физико-технический институт
низких температур
Академии наук Украинской ССР

Поступила в редакцию
19 августа 1974 г.

²⁾ Существование двухатомных Ar_2 и полимерных Ar_n молекул в струе аргона, образованных в процессе адиабатического расширения газа при выходе из сопла, установлено масс-спектрометрическими исследованиями [6, 7].

Литература

- [1] R.Mulliken. J. Chem. Phys., 52, 5170, 1970.
 - [2] Y.Tanaka, K.Yoshino. J. Chem. Phys., 53, 2012, 1970.
 - [3] Э.Т.Верховцева, В.П.Стрельников, В.И.Соколов, Б.Н.Попов. Журнал прикладной спектроскопии. 7, 859, 1967.
 - [4] Э.Т.Верховцева, Г.Н.Полякова, Б.Н.Попов. Оптико-механическая промышленность, 3, 43, 1969.
 - [5] Э.Т.Верховцева, В.И.Ярёменко, А.Е.Овечкин, Я.М.Фогель. Оптика и спектроскопия, 37, 221, 1974.
 - [6] R.M.Yealand, J.M.Deckers, T.D. Scott, C.T.Tuori. Can. J. Phys., 50, 2464, 1972.
 - [7] D.Golomb, R.E.Good, A.V.Bailey, M.R.Busby, R.Dawbarn. J. Chem. Phys., 57, 3844, 1972.
-